
SIGILL: COLL: HARVARD: CANTAB: NOV: ANGL: 1650.
CHRISTO ET ECCLESIAE



ZEITSCHRIFT

FÜR

PHYSIK

UND

MATHEMATIK.

Herausgeber:

A. Baumgartner und A. v. Ettingshausen,

ordentliche Professoren an der k. k. Universität zu Wien.

Sechster Band.

Mit vier Kupfertafeln.

WIEN.

Gedruckt und im Verlage bei *Carl Gerold.*

1829.

Inhalt.

I. Heft.

II. Heft.

III. Heft.

IV. Heft.

ZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK UND MATHEMATIK.

I.

Über die Entwickelung zusammengesetzter Krystallgestalten;

von

A. v. Ettingshausen.

1.

Das wichtigste Geschäft der Krystallographie besteht in der Entwickelung der Combinationen, worunter man die vollständige Bestimmung der einfachen Gestalten versteht, aus welchen die mannigfaltigen Gestalten der Individuen des Mineralreiches zusammengesetzt sind. Ist die in einer zusammengesetzten Gestalt oder Combination herrschende Symmetrie erkannt worden, so kann über die Art und Stellung ihrer einfachen Bestandtheile kein Zweifel obwalten; denn alle gegen die Axen, auf welche sich die Symmetrie bezieht, gleichliegende Flächen gehören zu einer einfachen Gestalt oder, nach Umständen, zu zwei einander gleichen, jedoch in verschiedener Stellung befindlichen, einfachen Gestalten, welche man sogleich erhält, wenn man die erwähnten Flächen, bis sie sich wechselseitig schneiden, vergrössert. Es bleibt daher nur noch die Ausmittelung der linearen Dimensionen der combinirten Gestalten übrig. Hiebei kömmt es jedoch keineswegs auf die Angabe der absoluten Werthe dieser Dimensionen an, sondern es ist hinreichend, die Verhältnisse zu berechnen, welche unter den Abmessungen einer jeden einzelnen einfachen

Gestalt Statt finden, oder, was dasselbe heiſst, dieselben auf eine gemeinschaftliche Fundamental-Dimension (z. B. bei verticaler Lage gleichnamiger Axen auf einerlei horizontale Projection der Grundgestalt, u. d. gl.) zu reduciren, weſswegen man in dem ungünstigsten Falle bloſs die Neigungen der Flächen, welche sich in den Kanten der zu untersuchenden Gestalt begegnen, durch wirkliche Messungen zu bestimmen und der Rechnung zu Grunde zu legen hat. Um die Entwickelung einer Combination mit Leichtigkeit und Sicherheit zu verrichten, müssen diese Messungen auf die geringste Anzahl beschränkt, und so viele Daten als möglich aus einer von allen Messungen unabhängigen Betrachtung der Art und Weise, auf welche die einfachen Bestandtheile in der vorliegenden Combination verbunden sind, entnommen werden. Man erreicht durch ein solches Verfahren sogleich auf directem Wege den Hauptzweck der krystallographischen Forschung, nämlich die Kenntniſs der Gesetze, welche die Natur in der Zusammenstellung der einfachen Gestalten zur Bildung der Formen der Individuen des Mineralreiches offenbart.

Zu dem so eben angedeuteten Geschäfte ist, wie der Gründer der wissenschaftlichen Mineralogie, Herr Professor *Mohs*, in seinem klassischen *Grundrisse der Mineralogie*, aus dem die oben ausgesprochenen Ansichten entnommen sind, und in einer im 68sten Bande der *Gilbert'*schen Annalen der Physik befindlichen Abhandlung gelehrt hat, der häufig vorhandene Parallelismus der Combinationskanten, entweder unter einander, oder mit den eigenen Kanten der combinirten Gestalten, wie auch die horizontale Lage der Combinationskanten bei verticaler Position der Hauptaxe der zu entwickelnden Gestalt, vorzugsweise brauchbar, und wir verdanken den Bemühungen dieses ausgezeichneten Gelehrten eine

scharfsinnige Methode, die bei dem Eintreten eines dieser Umstände zwischen den combinirten Gestalten obwaltende Relation zu finden.

Der gegenwärtige Aufsatz beschäftiget sich mit demselben Gegenstande; er sucht die erwähnte Relation aus den ersten Gründen der analytischen Geometrie abzuleiten; die Gleichungen, durch welche sie dargestellt wird, in der einfachsten und zum Gebrauche bequemsten Form zu erhalten; überhaupt aber zur Verbreitung der Kenntniſs einer so nützlichen krystallographischen Methode mitzuwirken.

2.

Die Aufgabe, um deren Auflösung es sich hier handelt, kann folgender Maſsen ausgedrückt werden:

Aus dem Parallelismus der Durchschnittslinien dreier (nöthigen Falls erweiterter) *Flächen einer zusammengesetzten Krystallgestalt die dadurch bedingte Beziehung zwischen den Abmessungen der einfachen Gestalten, zu welchen diese Flächen gehören, anzugeben.*

Ihre Auflösung besteht in Folgendem: Man stelle die Gleichungen dieser drei Flächen in Bezug auf ein schicklich gewähltes rechtwinkliges oder schiefwinkliges Coordinatensystem dar. Sie werden, da diese Flächen als Ebenen zu betrachten sind, unter den Formen

$$\left.\begin{aligned} Mx + Ny + Pz &= Q \\ M'x + N'y + P'z &= Q' \\ M''x + N''y + P''z &= Q'' \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad (1)$$

erscheinen, wobei x, y, z die unbestimmten Coordinaten irgend eines Punctes jeder einzelnen gedachter Flächen bedeuten, und die Coefficienten M, N, P, M', N', P', M'', N'', P'' von den Abmessungen der combinirten Gestalten abhängen. Man bilde nun die Gleichung

$$\left.\begin{aligned} MN'P'' + M'N''P + M''NP' \\ - MN''P' - M'NP'' - M''N'P \end{aligned}\right\} = 0, \quad . \quad (2)$$

so hat man die verlangte Relation zwischen den Abmessungen der combinirten Gestalten gefunden. Denn für den Durchschnittspunct der drei durch die Gleichungen (1) vorgestellten Ebenen, oder was dasselbe heifst, für den Durchschnittspunct der drei Durchschnittslinien dieser Ebenen, wenn ein solcher vorhanden wäre, müfsten die Coordinaten x, y, z völlig bestimmte endliche Werthe annehmen, welche jeder der obigen drei Gleichungen Genüge leisten; und umgekehrt, könnte man endliche Werthe für x, y, z, für jede Gröfse einen, und aufser diesen keine anderen, finden, welche jede der genannten Gleichungen realisiren, so würden sich die drei Ebenen in einem Puncte schneiden, und diese Werthe von x, y, z seine Coordinaten angeben. Sollen also die Durchschnittslinien der drei Ebenen parallel seyn, worunter wir zugleich den Fall des Übereinanderfallens dieser Durchschnittslinien begreifen, so müssen die Werthe von x, y, z, welche der gewöhnlichen Auflösungsmethode der Gleichungen mit drei unbekannten Gröfsen zufolge, sich aus den Gleichungen (1) ergeben, entweder unendlich werden, oder die Form $\frac{0}{0}$ annehmen, d. h. es müssen die Nenner dieser Werthe verschwinden. Aber diese Werthe erhalten, wie die Rechnung lehrt, die linke Seite der Gleichung (2) zum gemeinschaftlichen Nenner, daher ist diese Gleichung gerechtfertigt.

Um die Gleichung (2) jederzeit mit Leichtigkeit darstellen zu können, erwäge man, dafs die Stellung der Accente in den sechs Gliedern ihrer linken Seite, bei unveränderter Stellung der Buchstaben M, N, P, mit den sechs Permutationsformen der Zahlzeichen 0 1 2 übereinstimmt, und dafs die drei Glieder, welche aus dem ersten durch blofse gegenseitige Verwechslung zweier Accente abgeleitet werden können, das Zeichen —, die übrigen aber das Zeichen + vor sich haben.

3.

Ehe wir die Gleichung (2) zur Entwickelung der zu den verschiedenen Krystallsystemen gehörenden Combinationen benützen, ist es nöthig die Gleichungen der Flächen der einfachen Gestalten dieser Systeme anzugeben. Um diefs mit möglichster Kürze thun zu können. nehmen wir die Rechnung für die allgemeinste Gestalt eines jeden Systemes, in welcher alle übrigen als besondere Fälle enthalten sind, vor.

I. Die allgemeinste einfache Gestalt des *rhomboëdrischen* Krystallsystems ist die *ungleichschenklige sechsseitige Pyramide.*

Es sey (Fig. 1) ABC eine Fläche einer ungleichschenkligen sechsseitigen Pyramide, deren Gleichung wir finden wollen, und zwar A eine Spitze der Pyramide, AB eine stumpfe, und AC eine scharfe Axenkante derselben. Man nehme den Mittelpunct M der Pyramide für den Anfangspunct der Coordinaten, und die Richtung der Hauptaxe von M gegen A für die Axe der z an, so liegen die Axen der Coordinaten x und y, wenn man, was hier am rechten Orte ist, sich eines rechtwinkligen Coordinatensystems bedient, in der Ebene, welche durch M senkrecht auf die Hauptaxe der Pyramide geht. Diese Ebene trifft die Rhomboëderkante BC offenbar in ihrem Halbirungspuncte H; man wähle daher MH für die Axe der x, und rechne die Coordinaten y nach der Gegend hin, wo sich die stumpfe Axenkante AB befindet.

Die Gleichung der Ebene ABC mufs unter der Form

$$Mx + Ny + Pz = Q$$

enthalten seyn, so, dafs nur noch die Werthe von M, N, P, Q (wobei, wie man leicht sieht, eine dieser Grössen nach Belieben gewählt werden kann) zu bestimmen sind. Die Coordinaten der Puncte A, B, C müssen

dieser Gleichung Genüge leisten, und bieten uns demnach so viele besondere Gleichungen dar, als nöthig sind, um die Verhältnisse von M, N, P gegen Q zu finden.

Setzen wir die Länge der Hauptaxe A Z der Pyramide $= A$, so sind die Coordinaten des Punctes A offenbar

$$x = 0, \quad y = 0, \quad z = \tfrac{1}{2} A,$$

mithin ist

$$P \cdot \tfrac{1}{2} A = Q, \quad \text{also} \quad P = \frac{2}{A} \cdot Q.$$

Fällt man aus B und C auf die Ebene xy die Perpendikel B b und C c, so wird durch die Puncte b, c, M offenbar ein gleichseitiges Dreieck bestimmt, wovon die Seite b c in H halbirt ist. Bezeichnen wir b c, nämlich die Seite der horizontalen Projection der Pyramide bei verticaler Stellung ihrer Hauptachse, durch p, so ist $bH = cH = \tfrac{1}{2} p$ und $MH = \tfrac{1}{2} p \sqrt{3}$. Nennen wir ferner die Axe des Rhomboëders, zu welchem die Kante BC gehört, a, so ist, wie leicht bewiesen werden kann, $Bb = Cc = \tfrac{1}{6} a$.

Es sind also die Coordinaten des Punctes B:

$$x = \tfrac{1}{2} p \sqrt{3}, \quad y = \tfrac{1}{2} p, \quad z = - \tfrac{1}{6} a;$$

und die Coordinaten des Punctes C:

$$x = \tfrac{1}{2} p \sqrt{3}, \quad y = - \tfrac{1}{2} p, \quad z = \tfrac{1}{6} a;$$

mithin mufs

$$M \cdot \tfrac{1}{2} p \sqrt{3} + N \cdot \tfrac{1}{2} p - P \cdot \tfrac{1}{6} a = Q,$$

und zugleich

$$M \cdot \tfrac{1}{2} p \sqrt{3} - N \cdot \tfrac{1}{2} p + P \cdot \tfrac{1}{6} a = Q$$

seyn, woraus durch Addition $M \cdot \tfrac{1}{2} p \sqrt{3} = Q$, also

$$M = \frac{2}{p \sqrt{3}} \cdot Q,$$

und durch Subtraction $Np - P \cdot \tfrac{1}{3} a = 0$, also

$$N = \frac{a}{3p} \cdot P = \frac{2a}{3pA} \cdot Q$$

folgt. Man kann nun $Q = \frac{3}{2}pA$ setzen, so ergibt sich

$$M = A\sqrt{3}, \quad N = a, \quad P = 3p,$$

mithin ist die Gleichung der Ebene ABC

$$A\sqrt{3} \,.\, x + ay + 3pz = \tfrac{3}{2}pA. \quad . \quad . \quad (3)$$

Wird mit einer ungleichschenkligen sechsseitigen Pyramide eine andere verglichen, welche sich gegen jene in verwendeter Stellung befindet, so ist es nöthig, diesen Umstand in den Gleichungen der von der Axe aus betrachtet nach derselben Gegend zu liegenden Flächen, welche wir hier durchgehends *ähnlich liegende* Flächen nennen wollen, ersichtlich zu machen. Wir wollen daher die Gleichung der Ebene ABC auch unter der Voraussetzung betrachten, dafs die Lagen der beiden Axenkanten AB und AC mit einander verwechselt sind. Diefs hat, wie man durch Vergleichung der Figur 2 mit 1 leicht bemerkt, blofs eine Umänderung der Zeichen, welche die mit der Hauptaxe parallelen Coordinaten der Puncte B und C an sich tragen, zur Folge, und es ist defshalb in der Gleichung (3) blofs das Zeichen von a zu ändern, wodurch diese Gleichung in

$$A\sqrt{3} \,.\, x - ay + 3pz = \tfrac{3}{2}pA$$

übergeht.

Es können aber die mit einander zu vergleichenden ähnlich liegenden Flächen von entgegengesetzten Spitzen der Pyramiden ausgehen, wefswegen wir auch die Gleichungen der Ebene ZBC (Fig. 1 und 2) angeben müssen. Da die Coordinaten der Puncte B und C dieselben sind, wie oben, und der Punct Z sich von A nur durch die Änderung des Zeichens seiner Ordinate z unterscheidet, so verwandelt sich die Gleichung der Ebene ABC sogleich in die Gleichung der Ebene ZBC, wenn man in

ersterer $-A$ an die Stelle von $+A$ bringt. Die Gleichung von ZBC ist demnach für Fig. 1

$$-A\sqrt{3}\,.\,x + ay + 3pz = -\tfrac{3}{2}pA,$$

und für Fig. 2

$$-A\sqrt{3}\,.\,x - ay + 3pz = -\tfrac{3}{2}pA.$$

Wie die Gleichungen der übrigen Flächen einer ungleichschenkligen sechsseitigen Pyramide in beiden Stellungen für das oben gewählte Coordinatensystem zu suchen sind, fällt in die Augen: wir bedürfen derselben nicht, und übergehen sie daher.

Aus der Gleichung einer Fläche einer ungleichschenkligen sechsseitigen Pyramide erhält man die Gleichung der ähnlich liegenden Fläche des ihr zugehörigen ungleichwinkligen zwölfseitigen Prismas, wenn man die Axen A, a, ohne Änderung des Quotienten $\frac{A}{a}$, in den Zustand des unendlichen Wachsens versetzt; ferner die Gleichung der zugehörigen Rhomboëderfläche, wenn man $A = a$ annimmt, welche Gleichung sich bei dem unendlichen Wachsen von a in die Gleichung der Fläche eines regelmäſsigen sechsseitigen Prismas, nämlich desjenigen, welches Herr Professor *Mohs* mit $R + \infty$ bezeichnet, verwandelt; weiterhin staltet sich die Gleichung der Fläche einer ungleichschenkligen sechsseitigen Pyramide durch die Annahme $a = 0$ in die Gleichung der Fläche einer gleichschenkligen sechsseitigen Pyramide, und diese wieder für $A = \infty$ in die Gleichung einer Fläche des regelmäſsigen sechsseitigen Prismas $P + \infty$ um; endlich erhält man für $A = 0$ und $a = 0$ die Gleichung der auf die Axe senkrechten Ebene $R - \infty$.

4.

II. Für das *pyramidale Krystallsystem* wollen wir die Gleichung einer Fläche einer ungleichschenkligen achtseitigen Pyramide darstellen.

Es sey ABC (Fig. 3) eine Fläche dieser Gestalt, wovon der Punct A in der vertical gestellten Axe AZ liegt, und die Seiten AB und AC mit einer stumpfen und scharfen Axenkante übereinstimmen. Nehmen wir den Mittelpunct M für den Anfangspunct der rechtwinkligen Coordinaten, MA für die Axe der z, MB für die Axe der x an, und lassen wir die Axe der y nach der Gegend hin, wo sich AC befindet, gerichtet seyn. Die Axe AZ der ungleichschenkligen achtseitigen Pyramide werde mit A, die Axe az und die Seite der horizontalen Projection der gleichschenkligen vierseitigen Pyramide, aus welcher die achtseitige durch das Verfahren der Ableitung (*Mohs* Grundriſs d. Mineral. §. 103) entspringt, mit a und p bezeichnet, so ist, wenn BD senkrecht auf MC steht, $BD = MD = \frac{1}{2}p$, folglich $BM = \frac{p}{\sqrt{2}}$, und wenn aD mit AC in E zusammentrifft, Ez mit MD parallel, folglich $CM = \frac{pA}{A+a}$, und daher, wenn Cc auf BM senkrecht gezogen wird, $Mc = Cc = \frac{pA}{(A+a)\sqrt{2}}$.

Stellen wir nun die Gleichung der Ebene ABC durch

$$Mx + Ny + Pz = Q$$

vor, so haben wir, weil für den Punct A offenbar

$$x = 0, \quad y = 0, \quad z = \tfrac{1}{2}A,$$

ferner für den Punct B

$$x = \frac{p}{\sqrt{2}}, \quad y = 0, \quad z = 0,$$

endlich für den Punct C

$$x = y = \frac{pA}{(A+a)\sqrt{2}}, \quad z = 0 \quad \text{ist},$$

die drei Gleichungen

$$P \cdot \tfrac{1}{2} A = Q,$$

$$M \cdot \frac{p}{\sqrt{2}} = Q,$$

$$(M + N) \frac{pA}{(A+a)\sqrt{2}} = Q,$$

welche, wenn man die willkürliche Gröſse $Q = pA$ setzt,

$$P = 2p, \quad M = A\sqrt{2}, \quad N = a\sqrt{2}$$

geben.

Die Gleichung der ebenen Fläche ABC ist dem zu Folge

$$A\sqrt{2} \cdot x + a\sqrt{2} \cdot y + 2pz = pA. \quad . \quad (4)$$

Um ähnlich liegende Flächen zweier gegenseitig in diagonaler Stellung befindlicher ungleichschenkliger achtseitiger Pyramiden mit einander vergleichen zu können, müssen wir die Gleichung der Fläche ABC suchen, in so fern, wie die 4te Figur zeigt, AC mit AB, ohne Störung ihrer früheren Position gegen die Hauptachse, verwechselt erscheint. Wir haben jetzt, wenn die obigen Bezeichnungen beibehalten werden,
für den Punct C die Coordinaten

$$x = \frac{pA}{A+a}, \quad y = 0, \quad z = 0;$$

und für den Punct B:

$$x = y = \frac{p}{2}, \quad z = 0.$$

Die Coordinaten des Punctes A hingegen sind nicht geändert worden; ist daher wieder $Mx + Ny + Pz = Q$ die Gleichung der Ebene ABC, so haben wir, zur Bestimmung von M, N, P,

$$M \cdot \frac{pA}{A+a} = Q,$$

$$(M + N) \frac{p}{2} = Q,$$

$$P \cdot \tfrac{1}{2} A = Q,$$

mithin, wenn $Q = pA$ angenommen wird,

$$M = A + a, \quad N = A - a, \quad P = 2p,$$

woraus sich die Gleichung der Ebene ABC, nämlich

$$(A+a)x + (A-a)y + 2pz = pA \quad . \quad (5)$$

ergibt.

Ginge aber die Fläche, deren Gleichung verlangt wird, in den beiden hier betrachteten Stellungen von der entgegengesetzten Spitze der Pyramide aus, d. h. hätte sie die Lage der Fläche ZBC (Fig. 3 und 4), so blieben offenbar die Coordinaten der Puncte B und C, mithin auch die Werthe der Coefficienten M und N die obigen, und nur das Zeichen des Werthes des Coefficienten P würde in das entgegengesetzte verwandelt. Die Gleichungen (4) und (5) müfsten demnach durch folgende

$$A\sqrt{2} \,.\, x + a\sqrt{2} \,.\, y - 2pz = pA,$$
$$(A+a)x + (A-a)y - 2pz = pA$$

ersetzt werden.

Wir wollen des Folgenden wegen hier darauf aufmerksam machen, dafs diese Gleichungen sich auch aus (4) und (5) ergeben, wenn man daselbst die Zeichen von A und a ändert; ferner dafs die linke Seite der Gleichung (5) selbst aus (4) abgeleitet werden kann, wenn man in dieser $\frac{A+a}{\sqrt{2}}$ an die Stelle von A, und $\frac{A-a}{\sqrt{2}}$ an die Stelle von a bringt.

Aus der allgemeinen Gleichung einer Fläche einer ungleichschenkligen achtseitigen Pyramide entspringt die Gleichung der ähnlich liegenden Fläche des zugehörigen ungleichwinkligen achtseitigen Prismas, wenn man die Axen A, a, ohne Änderung des Werthes von $\frac{A}{a}$, unendlich grofs werden läfst; ferner die Gleichung der ähnlich liegenden Fläche einer in paralleler Stellung be-

findlichen gleichschenkligen vierseitigen Pyramide, wenn man $A = a$ setzt, und hieraus für $a = \infty$ die Gleichung einer Fläche des zugehörigen rechtwinkligen vierseitigen Prismas; endlich für $A = a = o$ die Gleichung einer auf die Axe senkrechten Ebene.

5.

III. Alle einfache Gestalten der verschiedenen prismatischen Systeme sind in der zugehörigen Grundgestalt als specielle Fälle enthalten, weſswegen wir bloſs die Gleichungen der Flächen irgend einer vierseitigen Pyramide kennen zu lernen haben.

Wählen wir, indem wir den Mittelpunct M (Fig. 5) einer solchen Pyramide als den Anfangspunct der Coordinaten ansehen, die Richtungen beliebiger Hälften ihrer Hauptaxe und der beiden Diagonalen ihrer Basis, z. B. MA, MB, MC für die Richtungen der positiven x, y, z, und fassen wir die durch die Endpuncte der genannten Geraden bestimmte Grenzfläche ABC der Pyramide in das Auge, so ist, wenn wir

$$MA = a, \quad MB = b, \quad MC = c$$

setzen, offenbar

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} + \frac{z}{c} = 1 \quad \ldots\ldots \quad (6)$$

die Gleichung der Ebene ABC, denn nur dieser Gleichung wird durch die Coordinaten der drei Puncte A, B, C Genüge geleistet. Aus derselben erhält man die Gleichung jeder anderen der Ebenen, durch welche die hier betrachtete Pyramide begrenzt wird, wenn man die Zeichen der Divisoren a, b, c, der Lage dieser Ebene gegen das gewählte Coordinatensystem gemäſs, ändert So gehört z. B.

der Ebene A′B C die Gleichung $-\frac{x}{a}+\frac{y}{b}+\frac{z}{c}=1$

» » A′B′C′ » » $-\frac{x}{a}-\frac{y}{b}-\frac{z}{c}=1$

u. s. w.

Wie die Gleichungen der Flächen, welche zu den Grenzgestalten des prismatischen Systems, von welchem die Rede ist, gehören, aus der Gleichung (6) entspringen, ist für sich klar.

6.

Es seyen nun die Combinationskanten ähnlich liegender (d. h. an derselben Seite der zusammengesetzten Gestalt befindlicher) und zu einerlei Endpunct der gemeinschaftlichen Axe gehörender Flächen dreier in paralleler Stellung verbundener ungleichschenkliger sechsseitiger Pyramiden mit einander parallel, so sind, bei dem in 3. gewählten Coordinatensysteme, wenn man die dortige Bezeichnung beibehält, und nur die auf verschiedene Gestalten sich beziehenden Gröfsen durch Accente unterscheidet,

$$A\sqrt{3}\,.\,x+ay+3pz=\tfrac{3}{2}pA,$$
$$A'\sqrt{3}\,.\,x+a'y+3p'z=\tfrac{3}{2}p'A',$$
$$A''\sqrt{3}\,.\,x+a''y+3p''z=\tfrac{3}{2}p''A''$$

die Gleichungen, auf deren Coefficienten die Gleichung (2) anzuwenden ist. Es besteht daher zwischen den Gröfsen A, A', A'', a, a', a'', p, p', p'' folgende Relation:

$$\left.\begin{array}{l} Aa'p''+A'a''p+A''ap' \\ -Aa''p'-A'ap''-A''a'p \end{array}\right\}=0.$$

Reducirt man die combinirten Gestalten auf einerlei horizontale Projection, so hat man $p=p'=p''$, mithin findet zwischen den sechs Gröfsen A, A', A'', a, a', a'' die Gleichung

$$\left.\begin{array}{l} Aa'+A'a''+A''a \\ -Aa''-A'a-A''a' \end{array}\right\}=0 \quad . \quad . \quad (7)$$

Statt, mittelst welcher, wenn fünf der genannten Grössen bekannt sind, die sechste bestimmt werden kann.

Die Gleichung (7) ist, obgleich ihr zunächst bloſs ein besonderer Fall zu Grunde liegt, dennoch die allgemeinste Gleichung zur Entwickelung *dreifacher rhomboëdrischer Combinationen* aus dem Parallelismus der Combinationskanten, wenn man nur für alle von entgegengesetzten Enden der Axe herkommende Flächen die mit A, und für Flächen in verwendeter Stellung befindlicher Gestalten die mit a bezeichneten Gröſsen negativ nimmt. Für jedes Rhomboëder ist, nachdem man auf die so eben gegebene Vorschrift bereits Rücksicht genommen hat, $A = a$, und für jede gleichschenklige sechsseitige Pyramide $a = 0$ zu setzen. Für die Prismen wird in allen diesen Fällen A unendlich, und wenn man es nicht mit dem Prisma $P + \infty$ zu thun hat, auch a; die nicht mit einem unendlichen Factor multiplicirten Glieder fallen aus der Gleichung (7) weg. (Vergl. 3.)

7.

Um das hier Gesagte mit einem Beispiele zu belegen, wählen wir eine von Herrn Prof. *Mohs* in dem oben angeführten Aufsatze (*Gilb.* Annal. 68. Bd. S. 399) betrachtete Aufgabe.

Es seyen alle ungleichschenkligen sechsseitigen Pyramiden zu finden, die an den schiefen Combinationskanten, welche irgend ein Rhomboëder mit dem regelmäſsigen sechsseitigen Prisma $R + \infty$ hervorbringt, unter parallelen Combinationskanten erscheinen können.

Beziehen wir die nicht accentuirten Buchstaben auf die Pyramide, die mit einem Striche versehenen auf das Rhomboëder, und die zwei Mal gestrichenen auf das Prisma, so haben wir $A' = a'$, und weil, wenn wir die Fläche von $R + \infty$ mit der Rhomboëderfläche zu einer-

lei Spitze gehörig betrachten, $R + \infty$ gegen das Rhomboëder in verwendeter Stellung erscheint, $A'' = + \infty$, $a'' = - \infty$. Die Gleichung (7) gibt unter diesen Voraussetzungen, da die Glieder $Aa' - A'a$ nun wegbleiben müssen:

$$A - a' + a - a' = 0,$$

also $A = 2a' - a$, wenn die Pyramide und das Rhomboëder in paralleler Stellung sich befinden, und daher $A = 2a' + a$ für die verwendete Stellung dieser zwei Gestalten. Setzt man hier $a' = 2^n a$, $a = 2^{n'} \alpha$, $A = ma = m \cdot 2^{n'} \alpha$, wobei α die Axe der dem Rhomboëder und der Pyramide gemeinschaftlichen Grundgestalt bedeutet, so hat man das vom Herrn Prof. *Mohs* gefundene Resultat

$$m = 2^{n - n' + 1} \mp 1.$$

8.

Um sich zu überzeugen, dafs die Gleichung (7) auch aus den Formeln des oben angeführten Aufsatzes folgt, darf man nur die allgemeinen Ausdrücke der vom Herrn Prof. *Mohs* sogenannten *Combinationslinie* in Bezug auf zwei der zwischen den drei oben betrachteten ungleichschenkligen sechsseitigen Pyramiden Statt findenden binären Verbindungen einander gleich setzen. Schreibt man der Kürze wegen a, a', a'' statt $2^n a$, $2^{n'} a$, $2^{n''} a$, und A, A', A'' statt $m \cdot 2^n a$, $m' \cdot 2^{n'} a$, $m'' \cdot 2^{n''} a$, so bietet die Formel I. (S. 383 am a. O.), wenn man blofs die oberen Zeichen gelten läfst, die Gleichung

$$\frac{(Aa' - A'a)\sqrt{(3A' + a')^2 + 36}}{2(3A' + a')(3A + a - 3A' - a')} =$$
$$= \frac{(A''a' - A'a'')\sqrt{(3A' + a')^2 + 36}}{2(3A' + a')(3A'' + a'' - 3A' - a')}$$

dar, aus welcher erstlich

$$\frac{A a' - A' a}{3A + a - 3A' - a'} = \frac{A'' a' - A' a''}{3A'' + a'' - 3A' - a'},$$

und wenn man hier die Brüche wegschafft,

$$(3A'' + a'')(Aa' - A'a) - (3A' + a')(Aa' - A'a) =$$
$$= (3A + a)(A''a' - A'a'') - (3A' + a')(A''a' - A'a'').$$

folgt. Die Differenz der ersten Glieder auf beiden Seiten des Gleichheitszeichens, nämlich

$$(3A + a)(A''a' - A'a'') - (3A'' + a'')(Aa' - A'a),$$

gibt, nach gehöriger Entwickelung,

$$(3A' + a')(A''a - Aa'');$$

es ist daher die obige Gleichung, nachdem man alle Glieder auf eine Seite gebracht hat, durch $3A' + a'$ theilbar, und man erhält, wenn man die Division verrichtet, was hier erlaubt ist, da $3A' + a'$ wegen $A' > a'$ nie verschwindet, genau die Gleichung (7). Nimmt man in der Formel I. die unteren Zeichen, oder bedient man sich zur Berechnung einer der beiden Combinationslinien der übrigen Formeln, so erhält man eine Gleichung, welche sich von der Gleichung (7) nur dadurch unterscheidet, dafs in ihr die auf die Fälle, welchen diese Formeln entsprechen, sich beziehenden Änderungen vorgenommen worden sind. Ein Gleiches gilt auch rücksichtlich der für die anderen Krystallsysteme aufgestellten Formeln, wefswegen wir uns jeder weiteren Bemerkung über diesen Gegenstand enthalten.

9.

Diejenigen *zweifachen* Combinationen des rhomboedrischen Systemes, bei denen eine Lage der Combinationskanten Statt findet, welche ohne Hülfe von Messungen einen sicheren Schlufs auf das Verhältnifs der Dimensionen der combinirten Gestalten gestattet, lassen sich auf dreifache Combinationen zurückführen, und

mittelst der Gleichung (7) oder doch wenigstens mittelst der Gleichung (2) entwickeln.

I. Es sey die Combinationskante der zu zwei einfachen rhomboëdrischen Gestalten gehörenden Flächen horizontal.

In diesem Falle ist genannte Kante offenbar den Combinationskanten parallel, welche die auf die Hauptachse senkrechte Ebene $R - \infty$ mit beiden Gestalten hervorbringen würde. Bezieht man also A'' und a'' auf diese Ebene, so ist $A'' = a'' = 0$ zu setzen, und die Gleichung (7) gibt

$$Aa' - A'a = 0.$$

Diese Gleichung besteht für zwei mit einander combinirte gleichschenklige sechsseitige Pyramiden wegen $a = 0$ und $a' = 0$ jederzeit; für zwei Rhomboëder gleichfalls, sobald für sie die Producte Aa', $A'a$, deren numerische Werthe hier nothwendig gleich sind, auch einerlei Zeichen besitzen, d. h. sobald die sich begegnenden Flächen bei paralleler Stellung der Rhomboëder beide zu einer, und bei verwendeter Stellung zu verschiedenen Spitzen gehören. Für ungleichschenklige sechsseitige Pyramiden folgt aus der gefundenen Gleichung $\frac{A}{a} = \frac{A'}{a'}$; es sind demnach beide Pyramiden nach einerlei Zahl aus den ihnen zu Grunde liegenden Rhomboëdern abgeleitet, und befinden sich, wenn die in horizontalen Kanten einander begegnenden Flächen zu einerlei Spitze gehören, in paralleler Stellung.

II. Es sey die Kante, in welcher sich zwei Flächen rhomboëdrischer Gestalten durchschneiden, einer der an diesen Flächen liegenden Axenkanten parallel.

In vorliegendem Falle kann man die Combination als eine mit parallelen Combinationskanten Statt findende, zwischen beiden Flächen und einer durch genannte Axen-

kante und die gemeinschaftliche Hauptaxe der Gestalten gehenden Ebene (oder wenn man anders will, einer dieser Axenkante parallelen Fläche des Prismas $P + \infty$) betrachten. Gibt man der Gleichung letzterer Ebene die Form

$$M\sqrt{3} \cdot x + Ny = Q,$$

so darf man in (7) nur M für A'' und N für a'' setzen, und die Glieder $Aa' - A'a$ weglassen. Man erhält hiedurch die Gleichung

$$(A - A')\,N - (a - a')\,M = 0.$$

Wie man leicht findet, ist der numerische Werth von M die Einheit, und jener von $N = 3$, und zwar haben M und N einerlei oder verschiedene Zeichen, je nachdem die Axenkante, welcher die Combinationskante parallel läuft, scharf oder stumpf ist, vorausgesetzt, daſs man die Stellung der Gestalt und die Lage der Fläche, zu welcher diese Axenkante gehört, als die normale, d. h. als diejenige, in Bezug auf welche A und a positiv erscheinen, betrachtet. Es besteht demnach die Gleichung

$$3\,(A - A') \mp (a - a') = 0,$$

wobei das obere oder untere Zeichen gilt, je nachdem der Parallelismus der Combinationskante mit der scharfen oder mit der stumpfen Axenkante der in normaler Stellung befindlichen Gestalt Statt findet, und die Zeichen der auf die andere Gestalt sich beziehenden Grössen nach Maſsgabe der Stellung dieser Gestalt, den oben ertheilten Vorschriften gemäſs, modificirt werden müssen. Diese Gleichung umfaſst die im §. 145 des Grundrisses der Mineralogie vorgetragenen Sätze II. 4—7; III. 2; IV. 5; V. 1—2 insgesammt.

10.

Wendet man die Gleichung (4) auf drei einfache Gestalten des *pyramidalen* Systems, welchen gleichschenklige vierseitige Pyramiden von einerlei horizontaler Projection zu Grunde liegen, an, so erhält man für den Fall, dafs diese Gestalten sich in paralleler Stellung befinden, und die an einerlei Seiten derselben liegenden und zu gleichnamigen Spitzen gehörenden Flächen parallele Combinationskanten hervorbringen, zwischen den Abmessungen genannter Gestalten, der Gleichung (2) gemäfs, die Gleichung

$$A a' - A' a + A' a'' - A'' a' + A'' a - A a'' = 0, \quad . \quad (8)$$

worin die Buchstaben A, a, A', a', A'', a'', abgesehen von den ihre Beziehung auf verschiedene Gestalten ausdrückenden Accenten, die in 4. festgesetzte Bedeutung haben.

Diese Gleichung stimmt der Form nach mit der für die rhomboëdrischen Gestalten gefundenen Gleichung (7) gänzlich überein, allein bei ihrer Anwendung auf Flächen, welche von ungleichnamigen Spitzen ausgehen, oder zu Gestalten gehören, welche gegenseitig in diagonaler Stellung stehen, müssen die Werthe von A, a auf eine andere Weise modificirt werden. Tritt nämlich der erstere Umstand ein, so müssen die Zeichen derjenigen unter den durch A und a vorgestellten Gröfsen, welche den von der normalen Lage abweichenden Flächen entsprechen, geändert werden; wegen des letzteren Umstandes aber mufs für die in diagonaler Stellung befindliche Gestalt A in $\frac{A+a}{\sqrt{2}}$, und a in $\frac{A-a}{\sqrt{2}}$ verwandelt werden, wie diefs aus 4. hinreichend erhellet, und durch die für diese Fälle besonders geführte Rechnung bestätiget wird.

Man kann zur gröfseren Einfachheit der Rechnung

immer die Stellung der mittelst der Gleichung (8) zu bestimmenden Gestalt als die normale betrachten. Bezieht man die Gröſsen A'', a'' auf diese Gestalt, und stehen die beiden anderen Gestalten gegen erstere in diagonaler Stellung, so kömmt der Ausdruck

$$\left(\frac{A+a}{\sqrt{2}}\right)\left(\frac{A'-a'}{\sqrt{2}}\right)-\left(\frac{A'+a'}{\sqrt{2}}\right)\left(\frac{A-a}{\sqrt{2}}\right)=-Aa'+A'a$$

an die Stelle der beiden ersten Glieder $Aa' - A'a$ in der Gleichung (8); eine Bemerkung, von welcher man, wenn man es der Bequemlichkeit der Rechnung zuträglich findet, Gebrauch machen kann.

Daſs man überdieſs, wenn man es mit gleichschenkligen vierseitigen Pyramiden zu thun hat, $A=a$; ferner für ein ungleichwinkliges achtseitiges Prisma, ohne Änderung des Quotienten $\frac{A}{a}$, $A=\infty$, $a=\infty$, für ein rechtwinkliges vierseitiges Prisma $A=a=\infty$, und für eine die Axe senkrecht treffende Ebene $A=a=0$ zu setzen habe, geht aus 4. unmittelbar hervor.

11.

Mit den *zweifachen* pyramidalen Combinationen verfahren wir eben so, wie wir in 9. die binären rhomboëdrischen Combinationen behandelten.

I. Bringen zwei einfache pyramidale Gestalten horizontale Combinationskanten zum Vorschein, so können wir eine auf ihre gemeinschaftliche Axe senkrechte Ebene dazu gesellen, und die Gleichung (8) anwenden. Beziehen wir A'' und a'' auf erwähnte Ebene, so haben wir $A''=a''=0$, mithin, wenn beide Gestalten sich in paralleler Stellung befinden,

$$Aa' - A'a = 0 \quad \text{oder} \quad \frac{A'}{a'} = \frac{A}{a}.$$

Stehen hingegen diese Gestalten diagonal gegen einander, so schreibe man $\frac{A+a}{\sqrt{2}}$ statt A, und $\frac{A-a}{\sqrt{2}}$ statt a.

Man erhält hiedurch

$(A + a)\,a' - A'(A - a) = 0$ oder $\frac{A'}{a'} = \frac{A+a}{A-a}$.

Hiebei ist zu bemerken, daſs wenn $\frac{A}{a} \gtrless 1 + \sqrt{2}$ ist, $\frac{A+a}{A-a} \lessgtr 1 + \sqrt{2}$ ausfällt.

Will man a' durch A und a unter der Voraussetzung ausdrücken, daſs die ungleichschenkligen achtseitigen Pyramiden, zu welchen diese Gröſsen gehören, einander ähnlich sind, und die gleichschenkligen vierseitigen Pyramiden, aus welchen erstere abgeleitet wurden, einerlei horizontale Projectionen besitzen, so bedenke man, daſs in diesem Falle das Verhältniſs von A zu A' jenem der Linien MC und MB (Fig. 3) gleich kommt, mithin $A' = \frac{A+a}{\sqrt{2}}$ ist, woraus $a' = \frac{A-a}{\sqrt{2}}$ folgt. Man kommt zu diesen Werthen von A' und a' auch, wenn man die Gleichungen correspondirender Flächen der zwei ungleichschenkligen achtseitigen Pyramiden für einerlei horizontale Projection der gleichschenkligen vierseitigen Pyramiden, nämlich

$$A'\sqrt{2}\,.\,x + a'\sqrt{2}\,.\,y + 2pz = pA'$$

und $$(A+a)x + (A-a)y + 2pz = pA,$$

mit Rücksicht auf den unter obiger Voraussetzung nothwendig vorhandenen Parallelismus beider Flächen betrachtet, denn daraus folgt unmittelbar

$$A'\sqrt{2} = A + a \quad \text{und} \quad a'\sqrt{2} = A - a.$$

Hieraus erhellet, wie eine ungleichschenklige achtseitige Pyramide, bei welcher $\frac{A}{a} < 1 + \sqrt{2}$ ist, in eine andere, für welche $\frac{A}{a} > 1 + \sqrt{2}$ erscheint, verwandelt werden kann (vergl. Grundr. d. Mineral. Vorr. XVI.). so daſs es erlaubt ist, bei der Construction jeder un-

gleichschenkligen achtseitigen Pyramide das Letztere vorauszusetzen.

II. Frägt man nach dem Verhältnisse einer gleichschenkligen vierseitigen Pyramide zu einer ungleichschenkligen achtseitigen, damit die Flächen der ersteren in Combination mit letzterer als Rhomben erscheinen, so bringe man mit diesen Gestalten, in so ferne man der vierseitigen Pyramide die normale Stellung zuschreibt, noch das gegen dieselbe in diagonaler Stellung befindliche Prisma $[P+\infty]$ in Verbindung. Bezieht man A', a' auf die vierseitige Pyramide, und A'', a'' auf das Prisma, so hat man in der Gleichung (8) $A'=a'$ zu setzen, die Nulle für a'', und ∞ für A'' zu schreiben. Hiedurch ergibt sich, wenn beide Pyramiden parallel stehen, $a=a'$, was auch aus der Construction einer ungleichschenkligen achtseitigen Pyramide von selbst folgt. Stehen die Pyramiden in diagonaler Stellung, so darf man in dem so eben gefundenen Resultate nur $\frac{A-a}{\sqrt{2}}$ an die Stelle von a bringen. Man hat sodann $\frac{A-a}{\sqrt{2}}=a'$, folglich $A=a'\sqrt{2}+a$ *).

III. Ist die Combinationskante der Flächen zweier pyramidaler Gestalten einer der an diesen Flächen liegenden Axenkanten parallel, so betrachte man die Stellung der Gestalt, zu welcher diese Axenkante gehört,

*) Die Übereinstimmung dieses Resultates mit dem in I. gewonnenen erklärt sich, wenn man bedenkt, daſs eine ungleichschenklige achtseitige Pyramide, an welcher die Flächen einer gleichschenkligen vierseitigen als Rhomben erscheinen, aus letzterer abgeleitet werden kann, und zwar so, daſs $\frac{A}{a} >$ oder $< 1+\sqrt{2}$ ist, je nachdem die Rhomben an den scharfen oder an den stumpfen Axenkanten der achtseitigen Pyramide liegen.

und auf welche sich die Gröfsen A, a beziehen sollen, als die normale. Man kann zu den beiden Flächen noch eine, ihrer gemeinschaftlichen Axe und der so eben genannten Axenkante zugleich parallele Ebene hinzufügen, welche, je nachdem jene Axenkante eine stumpfe oder eine scharfe ist, als eine Fläche von $[P+\infty]$ oder von $P+\infty$ erscheint, und zwar im ersten Falle durch die Gleichung $y = Q$, und im zweiten durch die Gleichung $x - y = Q$ ausgedrückt wird. Wendet man die Gleichung (2) auf die hier zu betrachtenden Flächen an, so hat man, wenn die combinirten Gestalten sich in paralleler Stellung befinden, für den Parallelismus der Combinationskante mit der oben bestimmten stumpfen Axenkante

$$A' = A,$$

und für den Parallelismus der Combinationskante mit der scharfen Axenkante

$$A' + a' = A + a.$$

Steht aber die Gestalt, zu welcher A', a' gehören, gegen die andere in diagonaler Stellung, so ist für den Parallelismus der Combinationskante mit der stumpfen Axenkante der in normaler Stellung befindlichen Gestalt

$$\frac{A' + a'}{\sqrt{2}} = A \quad \text{oder} \quad A' + a' = A\sqrt{2},$$

und für den Parallelismus der Combinationskante mit der scharfen Axenkante genannter Gestalt

$$A'\sqrt{2} = A + a.$$

Über alle hier betrachteten Fälle vergleiche man den §. 149 des Grundrisses der Mineralogie.

12.

Die allgemeine Gleichung zur Entwickelung dreifacher mit parallelen Combinationskanten versehener pris-

matischer Combinationen ist, wie aus 5. und 2. erhellet:

$$\left.\begin{array}{l} \frac{1}{a\,b'\,c''} + \frac{1}{a'\,b''\,c} + \frac{1}{a''\,b\,c'} \\ -\frac{1}{a\,b''\,c'} - \frac{1}{a'\,b\,c''} - \frac{1}{a''\,b'\,c} \end{array}\right\} = 0, \quad . \quad (9)$$

worin a, a', a'' die Axen, und b, b', b''; c, c', c'' die Diagonalen der Basen der combinirten Gestalten vorstellen, welche Gröſsen, in so ferne die sich begegnenden Flächen nicht übereinstimmende Lagen haben, mit verschiedenen Zeichen zu belegen sind, worüber sich durch einen Blick auf die zu untersuchende Krystallgestalt leicht entscheiden läſst. Um Ordnung in der Rechnung zu handhaben, ist es gut, die Buchstaben b und c stets in bestimmtem Sinne zu gebrauchen, so daſs diejenige Diagonale der Basis einer ungleichschenkligen vierseitigen Pyramide, welche mit der gröſseren Diagonale der Basis der Grundgestalt des prismatischen Systems einerlei Lage hat, immer durch b, und die andere Diagonale immer durch c vorgestellt wird. Endlich ist es der Einfachheit der Rechnung zuträglich, dieselbe mit den *reciproken* Werthen der Gröſsen a, b, c, u. s. w., nämlich mit den Brüchen $\frac{1}{a}$, $\frac{1}{b}$, $\frac{1}{c}$, u. s. w. zu führen. Setzen wir deſshalb $\frac{1}{a} = \alpha$, $\frac{1}{b} = \beta$, $\frac{1}{c} = \gamma$, $\frac{1}{a'} = \alpha'$, $\frac{1}{b'} = \beta'$ u. s. w., so haben wir es mit der Gleichung

$$\left.\begin{array}{l} \alpha\beta'\gamma'' + \alpha'\beta''\gamma + \alpha''\beta\gamma' \\ -\alpha\beta''\gamma' - \alpha'\beta\gamma'' - \alpha''\beta'\gamma \end{array}\right\} = 0 \quad . \quad (10)$$

zu thun. Da es sich nicht um die Angabe der absoluten Werthe der Dimensionen der in einer Krystallgestalt combinirten einfachen Gestalten handelt, so kann man entweder die durch c, c', c'' oder die durch b, b', b'' bezeichneten Diagonalen einander gleich setzen, wodurch im ersten Falle γ, γ', γ'', und im zweiten β,

β', β'' aus der Gleichung (10) hinausgehen, also für jede einfache Gestalt eigentlich nur zwei Gröfsen in Betrachtung zu ziehen sind.

13.

Als Beispiel zur Erläuterung des von der Gleichung (10) zu machenden Gebrauches diene die Entwickelung der durch die 6te Figur vorgestellten, dem *prismatischen Distom-Spathe* gehörenden *hemiprismatischen* Combination, mit welcher sich Herr Professor *Mohs* am a. O. beschäftiget hat.

An derselben zeigt sich erstlich a als eine auf die (in verticaler Stellung befindliche prismatische) Hauptaxe der Krystallgestalt senkrechte Ebene, welcher das krystallographische Zeichen $P - \infty$ entspricht. Betrachtet man ferner die ungleichschenklige vierseitige Pyramide, zu welcher die Fläche b gehört, als die Grundgestalt P, so ist die durch die Flächen c, c′ begrenzte Gestalt, wegen der horizontalen Combinationskanten mit der Grundgestalt, das zu ihr gehörende verticale Prisma $P + \infty$, und die Ebene d, welche die stumpfe Axenkante der Grundgestalt berührt, eine Fläche des der kleineren Diagonale derselben correspondirenden horizontalen Prismas $\overline{Pr}$.

Wenden wir uns nun zur Bestimmung der Gestalten, zu denen die übrigen Flächen der zu entwickelnden Combination gehören (welche Gestalten wir der Kürze wegen vor der Hand mit den Buchstaben nennen wollen, die in der Figur an ihren Flächen erscheinen), und stellen wir die der Grundgestalt entsprechenden Werthe von α, β, γ durch $\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{c}$, ihre Axe aber und die beiden Diagonalen ihrer Basis durch a, b, c vor.

I. *Bestimmung des* an der gröfseren Diagonale der Grundgestalt liegenden *horizontalen Prismas* e.

Die Ebenen e, b, c′ bringen mit einander parallele Durchschnittslinien hervor.

Wir haben für b: $\alpha = a$, $\beta = b$, $\gamma = c$,
» c′: $\alpha' = 0$, $\beta' = -b$, $\gamma' = c$,
» e: $\beta'' = b$, $\gamma'' = 0$.

Hiedurch ergibt sich, der Gleichung (10) gemäfs:

$$\alpha'' bc + \alpha'' bc - abc = 0,$$

also $2\alpha'' - a = 0$, d. h. $\alpha'' = \frac{1}{2} a$,
und demnach $a'' = 2a$.

Das krystallographische Zeichen der Gestalt e, welche nur mit der halben Anzahl ihrer Flächen in der Combination erscheint, ist also $\frac{\breve{P}\bar{r} + 1}{2}$.

II. *Bestimmung der Gestalt* f. Sie ist ein an der kleineren Diagonale der Grundgestalt liegendes *horizontales Prisma*. Die Fläche f bringt mit b und c′ parallele Combinationskanten hervor.

Es ist für b: $\alpha = a$, $\beta = b$, $\gamma = c$,
» c′: $\alpha' = 0$, $\beta' = -b$, $\gamma' = c$,
» f: $\beta'' = 0$, $\gamma'' = c$,

wodurch nach (10) die Gleichung

$$-abc + \alpha'' bc + \alpha'' bc = 0 \quad \text{oder} \quad 2\alpha'' - a = 0$$

entsteht, aus welcher

$$\alpha'' = \tfrac{1}{2} a \quad \text{und} \quad a'' = 2a$$

folgt. Das krystallographische Zeichen der Gestalt f ist demnach $\overline{Pr} + 1$.

III. *Bestimmung der* in der Combination mit der halben Anzahl ihrer Flächen erscheinenden *Pyramide* g.

Die Fläche g liegt mit parallelen Combinationskanten sowohl zwischen b und c′, als auch zwischen d und c.

In Bezug auf die erste Lage ist

für b: $\alpha = a, \quad \beta = b, \quad \gamma = c,$
» c′: $\alpha' = 0, \quad \beta' = -b, \quad \gamma' = c,$
» g: $\gamma'' = c,$

wodurch sich die Gleichung

$$-abc + \alpha''bc - a\beta''c + \alpha''bc = 0$$

oder $2\alpha''b = a(b + \beta'')$ ergibt.

In Bezug auf die zweite Lage haben wir

für d: $\alpha = a, \quad \beta = 0, \quad \gamma = c,$
» c: $\alpha' = 0, \quad \beta' = b, \quad \gamma' = c,$

mithin $abc - a\beta''c - \alpha''bc = 0,$
d. h. $\alpha''b = a(b - \beta'').$

Wird diese Gleichung mit der oberen verbunden, so erhalten wir

$$b + \beta'' = 2(b - \beta''),$$

also $\beta'' = \frac{1}{3}b$, und hieraus $\alpha'' = \frac{2}{3}a$,

weſswegen $b'' = 3b$, $a'' = \frac{3}{2}a = 3 \cdot \frac{a}{2}$ ist, und, da wir zugleich $c'' = c$ haben, der Gestalt g das krystallographische Zeichen $\frac{(\bar{P}-1)^3}{2}$ zukommt.

IV. *Bestimmung der* in der Combination mit der halben Anzahl ihrer Flächen erscheinenden *Pyramide* h.

Die Fläche h liegt erstlich zwischen d und c mit parallelen Combinationskanten, und deſshalb gilt, wenn man $\gamma'' = c$ setzt, auch für sie die in III. gefundene Gleichung

$$\alpha''b = a(b - \beta'').$$

Eine aufmerksame Betrachtung der zu entwickelnden Krystallgestalt lehrt ferner, daſs eine durch die Combinationskante der Flächen h und f der Hauptaxe parallel gelegte Ebene auf der gröſseren Diagonale der Grundgestalt senkrecht steht; hieraus folgt, daſs die Flächen h und f mit den Flächen $\breve{P}r + \infty$ parallele Combina-

tionskanten erzeugen. Setzen wir nun

für f: $\alpha = \frac{1}{2}\mathfrak{a}$, $\beta = 0$, $\gamma = \mathfrak{c}$,

» $\breve{P}r + \infty$: $\alpha' = 0$, $\beta' = \mathfrak{b}$, $\gamma' = 0$,

» h: $\gamma'' = \mathfrak{c}$,

so haben wir $\frac{1}{2}\mathfrak{a}\mathfrak{b}\mathfrak{c} - \alpha''\mathfrak{b}\mathfrak{c} = 0$,

also $\alpha'' = \frac{1}{2}\mathfrak{a}$, und deſshalb $\beta'' = \frac{1}{2}\mathfrak{b}$,

woraus $a'' = 2a$ und $b'' = 2b$ folgt.

Das krystallographische Zeichen für die Gestalt h ist diesem gemäſs $\frac{(\bar{P})^2}{2}$.

V. *Bestimmung der* in der Combination mit der halben Anzahl ihrer Flächen erscheinenden *Pyramide* i.

Die Fläche i bringt erstens mit b und d, zweitens mit c′ und h′ parallele Combinationskanten hervor.

Wir setzen also

für b: $\alpha = \mathfrak{a}$, $\beta = \mathfrak{b}$, $\gamma = \mathfrak{c}$,

» d: $\alpha' = \mathfrak{a}$, $\beta' = 0$, $\gamma' = \mathfrak{c}$,

» i: $\gamma'' = \mathfrak{c}$,

und erhalten die Gleichung

$$\mathfrak{a}\beta''\mathfrak{c} + \alpha''\mathfrak{b}\mathfrak{c} - \mathfrak{a}\beta''\mathfrak{c} - \mathfrak{a}\mathfrak{b}\mathfrak{c} = 0,$$

welche $\alpha'' = \mathfrak{a}$ gibt.

Ferner setzen wir, da die Flächen c′, h′, i an derselben Seite der Krystallgestalt liegen, jedoch h′ und i zu entgegengesetzten Spitzen der Hauptaxe gehören,

für c′: $\alpha = 0$, $\beta = \mathfrak{b}$, $\gamma = \mathfrak{c}$,

» h′: $\alpha' = -\frac{1}{2}\mathfrak{a}$, $\beta' = \frac{1}{2}\mathfrak{b}$, $\gamma' = \mathfrak{c}$,

woraus

$$-\frac{1}{2}\mathfrak{a}\beta''\mathfrak{c} + \alpha''\mathfrak{b}\mathfrak{c} + \frac{1}{2}\mathfrak{a}\mathfrak{b}\mathfrak{c} - \frac{1}{2}\alpha''\mathfrak{b}\mathfrak{c} = 0,$$

also $\beta'' = 2\mathfrak{b}$ folgt.

Wir haben dem gemäſs $a'' = a$, $b'' = \frac{1}{2}b$, $c'' = c$, wofür wir auch $a'' = 2a$, $b'' = b$, $c'' = 2c$ schreiben

dürfen, und somit für die Gestalt i das krystallographische Zeichen $\frac{(\breve{P})^2}{2}$ erhalten.

VI. Durch die Gestalt i wird auch das verticale Prisma l, welches an i mit horizontalen Combinationskanten liegt, bestimmt. Das krystallographische Zeichen desselben ist offenbar $(\breve{P}+\infty)^2$.

VII. *Bestimmung der* mit der halben Anzahl der Flächen vorhandenen *Pyramide* k.

Die Fläche k bringt erstlich mit i und c′, und zweitens mit f und $\breve{P}r+\infty$ parallele Combinationskanten hervor.

Es ist, weil die Flächen c′, i, k sich an derselben Seite der Krystallgestalt befinden,

$$\begin{array}{llll} \text{für } c': & \alpha = 0, & \beta = \mathfrak{b}, & \gamma = \mathfrak{c} \\ \text{» } i: & \alpha' = \mathfrak{a}, & \beta' = 2\mathfrak{b}, & \gamma' = \mathfrak{c} \\ \text{» } k: & \gamma'' = \mathfrak{c} & & \end{array}$$

zu setzen, wodurch man die Gleichung

$$\mathfrak{a}\beta''\mathfrak{c} + \alpha''\mathfrak{b}\mathfrak{c} - \mathfrak{a}\mathfrak{b}\mathfrak{c} - 2\alpha''\mathfrak{b}\mathfrak{c} = 0$$

$$\text{oder} \quad \mathfrak{a}\beta'' = (\alpha'' + \mathfrak{a})\mathfrak{b} \quad \text{findet.}$$

Ferner ergibt sich, wegen der Lage der Fläche k gegen f und $\breve{P}r+\infty$, wie in IV.

$$\alpha'' = \tfrac{1}{2}\mathfrak{a},$$

$$\text{daher ist} \quad \beta'' = \tfrac{3}{2}\mathfrak{b},$$

$$\text{mithin} \quad a'' = 2a, \quad b'' = \tfrac{2}{3}b, \quad c'' = c,$$

wofür man

$$a'' = \tfrac{3}{2} \cdot 2a, \quad b'' = b, \quad c'' = \tfrac{3}{2}c$$

setzen darf, und dadurch für die Gestalt k das krystallographische Zeichen $(\breve{P}+1)^{\frac{3}{2}}$ erhält.

Da die Lage der Flächen der Gestalten i und k in der betrachteten Combination der Lage der Flächen der

Grundgestalt b entgegengesetzt ist, so wird dieser Umstand von Herrn Prof. *Mohs* sehr schicklich durch das den krystallographischen Zeichen ersterer Flächen vorgesetzte Zeichen — angezeigt.

Man kann die verschiedenen Pyramiden auch auf die von Herrn Prof. *Mohs* bei der Ableitung der Gestalten des prismatischen Systemes gebrauchte Hilfsgestalt, welche im Allgemeinen eine Combination der beiden horizontalen Prismen $\breve{Pr} + n$ und $\overline{Pr} + n$ ist, beziehen, und dieser Beziehung gemäfs bezeichnen. Zur Umstaltung der einen Bezeichnung in die andere dient die im Grundrisse der Mineralogie, Vorr. XV, gegebene Formel

$$(\overline{Pr} + n)^m = (m - 1) \,.\, (\overline{Pr} + n)^{\frac{m+r}{m-1}},$$

welche ebenfalls gilt, wenn man $\breve{Pr}$ an die Stelle von $\overline{Pr}$ bringt.

Es ist demnach

$$(\bar{P} - 1)^3 = 2 \,.\, (\overline{Pr} - 1)^2 = (\overline{Pr})^2,$$

$$(\bar{P})^2 = (\overline{Pr})^3,$$

$$(\breve{P})^2 = (\breve{Pr})^3,$$

$$(\breve{P} + \infty)^2 = (\breve{Pr} + \infty)^3,$$

$$(\breve{P} + 1)^{\frac{3}{2}} = \tfrac{1}{2} \,.\, (\breve{Pr} + 1)^5 = (\breve{Pr})^5,$$

worunter man die in der öfter angeführten Abhandlung gebrauchten Zeichen antrifft.

14.

Aus den Gleichungen für die Flächen der in eine Combination verwebten Gestalten erhält man auf dem einfachsten Wege sogleich die Cosinusse der Combinationskanten, für welche Herr Prof. *Mohs* gleichfalls Formeln gegeben hat; denn die analytische Geometrie beweist, dafs, wenn

$$M x + N y + P z = Q,$$
$$M' x + N' y + P' z = Q'$$

die Gleichungen zweier Ebenen in Bezug auf *rechtwinklige* Coordinaten sind, der Cosinus des von denselben gebildeten Winkels durch

$$\frac{MM' + NN' + PP'}{\sqrt{M^2 + N^2 + P^2} \cdot \sqrt{M'^2 + N'^2 + P'^2}}$$

ausgedrückt wird. Schiefwinklige Coordinaten lassen sich aber bekanntlich sehr leicht in rechtwinklige umsetzen, was uns hier der Mühe überhebt, auch die für erstere unmittelbar geltende Formel anzuführen, und wir schliefsen diesen Aufsatz mit dem Wunsche, dafs die umfassenden Methoden der analytischen Geometrie in der Einfachheit, deren sie fähig sind, allgemeiner als es bis jetzt geschehen zu seyn scheint, bei krystallographischen Untersuchungen benützt werden möchten.

II.

Über den Grad der Genauigkeit, welche bei Ausziehung der Wurzeln aus bestimmten Zahlen mittelst der binomischen Reihe und der *Lambert*'schen Formel erreicht wird;

vom

Professor *L. C. Schulz v. Strasznicki* zu Laibach.

Zur erschöpfenden Kenntnifs einer Rechnungsmethode gehört auch eine detaillirte Betrachtung über den Grad der Genauigkeit, den jeder Schritt der Rechnung gewährt; daher ist es die Aufgabe des gegenwärtigen Aufsatzes, zu zeigen, wie viel neue Decimalen zu den

bereits richtig bestimmten man mittelst der beiden oben genannten Rechnungsmittel erhält.

Es sey ω ein Näherungswerth von $\sqrt[m]{N}$, wobei ich N gröſser als Eins voraussetze, daher auch $\omega > 1$ ist. Nennen wir ferner $N - \omega^m = x$, so ist

$$N = \omega^m + x, \quad \text{also} \quad \sqrt[m]{N} = (\omega^m + x)^{\frac{1}{m}},$$

daher bekanntlich:

$$\sqrt[m]{N} = \omega\left[1 + \frac{1}{m} \cdot \frac{x}{\omega^m} + \frac{\frac{1}{m} \cdot \left(\frac{1}{m} - 1\right)}{1 \cdot 2} \cdot \left(\frac{x}{\omega^m}\right)^2 + \frac{\frac{1}{m} \cdot \left(\frac{1}{m} - 1\right) \cdot \left(\frac{1}{m} - 2\right)}{1 \cdot 2 \cdot 3} \cdot \left(\frac{x}{\omega^m}\right)^3 + \ldots \text{etc.}\right].$$

Sobald $x < m\omega^m$ ist, wird die vorliegende Reihe convergiren, und durch Anwendung derselben erhält man einen genauern Werth von $\sqrt[m]{N}$, als man bereits hat. Allein die Gröſse der Convergenz wird von m, und hauptsächlich von x abhängen, folglich von der Genauigkeit, mit der der Näherungswerth ω bestimmt worden ist. Wir wollen nun annehmen, ω stelle die $\sqrt[m]{N}$ in n Decimalen genau dar, so ist

$$\sqrt[m]{N} - \omega < \frac{1}{10^n}, \quad \text{also} \quad \sqrt[m]{N} < \omega + \frac{1}{10^n}.$$

Wir wissen ferner, daſs

$$x = N - \omega^m, \quad \text{also} \quad \frac{x}{\omega^m} = \frac{N}{\omega^m} - 1;$$

$$\text{aber} \quad \frac{\sqrt[m]{N}}{\omega} < 1 + \frac{1}{\omega \cdot 10^n}, \quad \text{daher}$$

$$\frac{N}{\omega^m} < \left[1 + \frac{1}{\omega \cdot 10^n}\right]^m, \quad \text{und folglich}$$

$$\frac{x}{\omega^m} < \left[1 + \frac{1}{\omega \cdot 10^n}\right]^m - 1, \quad \text{also}$$

$$\frac{x}{\omega^m} < \frac{m}{\omega \cdot 10^n} + \frac{m(m-1)}{1 \cdot 2} \cdot \frac{1}{\omega^2 \cdot 10^{2n}} + \frac{m(m-1)(m-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} \cdot \frac{1}{\omega^3 \cdot 10^{3n}} + \ldots \text{etc.}$$

$$\frac{1}{m} \cdot \frac{x}{\omega^m} < \frac{1}{10^n}\left[\frac{1}{\omega} + \frac{m-1}{2} \cdot \frac{1}{\omega^2 \cdot 10^n} + \frac{(m-1)(m-2)}{2 \cdot 3} \cdot \frac{1}{\omega^3 \cdot 10^{2n}} + \ldots \text{etc.}\right].$$

Soll nun $\frac{1}{m} \cdot \frac{x}{\omega^m} < \frac{1}{10^n}$ werden, so muſs nothwendig der eingeklammerte Ausdruck kleiner als 1 seyn. Der Ausdruck innerhalb der Klammern ist aber, wie man leicht sieht, nichts anders als

$$\left[\left(1 + \frac{1}{\omega \cdot 10^n}\right)^m - 1\right] \frac{10^n}{m};$$

damit nun dieser kleiner als Eins werde, muſs

$$\omega > \frac{1}{10^n\left[\sqrt[m]{\left(1 + \frac{m}{10^n}\right)} - 1\right]} \quad \text{oder}$$

$$N > \left(\frac{1}{10^n\left[\sqrt[m]{\left(1 + \frac{m}{10^n}\right)} - 1\right]}\right)^m$$

seyn. Ist diese Bedingung erfüllt, so ist $\frac{1}{m} \cdot \frac{x}{\omega^m} < \frac{1}{10^n}$, folglich

$$\frac{1}{m^2} \cdot \left(\frac{x}{\omega^m}\right)^2 < \frac{1}{10^{2n}}, \quad \frac{1}{m^3} \cdot \left(\frac{x}{\omega^m}\right)^3 < \frac{1}{10^{3n}} \quad \text{u. s. w.}$$

Es ist aber

$$\frac{\frac{1}{m} \cdot \left(\frac{1}{m} - 1\right)}{1 \cdot 2} < \frac{1}{m^2}, \quad \frac{\frac{1}{m} \cdot \left(\frac{1}{m} - 1\right) \cdot \left(\frac{1}{m} - 2\right)}{1 \cdot 2 \cdot 3} < \frac{1}{m^3}$$

u. s. f.; daher ist in diesem Falle das zweite Glied der

binomischen Reihe $< \frac{1}{10^n}$, das dritte kleiner als $\frac{1}{10^{2n}}$, und allgemein das $(r+1)^{te}$ kleiner als $\frac{1}{10^{nr}}$.

Ist also ω in n Decimalstellen richtig, so erhält man, unter der angeführten Bedingung, durch Berechnung des zweiten Gliedes allein $2n$, d. i. doppelt so viel richtige Stellen, als man bereits hat. Berechnet man nach und nach das dritte, vierte, u. s. f. das $(r)^{te}$ Glied, so erhält man $3n$, $4n$, . . . rn richtige Decimalstellen.

Wir wollen nun unsere Aufmerksamkeit auf die zwei Gröfsen richten, welche ω und N übersteigen müssen, damit der eben bezeichnete Grad der Genauigkeit sicher eintrete.

Es sey *erstens* $m=2$, d. i. der Fall der Ausziehung der Quadratwurzel, so muſs

$$\omega > \frac{1}{10^n\left[\sqrt{\left(1+\frac{2}{10^n}\right)}-1\right]}$$

seyn; dieſs gibt

für $n=1$ als Bedingung $\omega > 1{\cdot}04772$ oder $N > 1{\cdot}09771$,
» $n=2$ » » $\omega > 1{\cdot}00049$ » $N > 1{\cdot}00098$,
» $n=3$ » » $\omega > 1{\cdot}00006$ » $N > 1{\cdot}00012$.

Man ersieht hier leicht, daſs, je gröſser n wird, desto weniger N von der Einheit zu differiren braucht.

Es sey *zweitens* $m=3$, d. i. der Fall der Ausziehung der Kubikwurzel, so hat man

für $n=1$ als Bedingung $\omega > 1{\cdot}0941$ oder $N > 1{\cdot}30969$.

Eben so

für $m=4$ und $n=1$: $\omega > 1{\cdot}1395$ oder $N > 1{\cdot}6859$,
und » $m=5$ » $n=1$: $\omega > 1{\cdot}18386$ » $N > 2{\cdot}3258$;
schlieſslich » $m=10$ » $n=1$: $\omega > 1{\cdot}3933$ » $N > 27{\cdot}576$.

Nehmen wir nun den brauchbarsten Fall vor, nämlich $n=6$, da man mittelst der Logarithmentafeln gewöhnlich jede Wurzel auf sechs Decimalstellen bestimmen kann; es muſs also

$$\omega > \frac{1}{10^6\left[\sqrt[m]{\left(1+\frac{m}{10^6}\right)}-1\right]}$$

seyn. Dieſs gibt

für $m = 100$ ⎫ als Bedingung ⎧ $\omega > 1{\cdot}000036$ oder $N > 1{\cdot}00336$,
» $m = 1000$ ⎪ ⎪ $\omega > 1{\cdot}000489$ » $N > 1{\cdot}6308$,
» $m = 10000$ ⎬ ⎨ $\omega > 1.0004$ » $\lg. N > 17.337$,
» $m = 100000$ ⎭ ⎩ $\omega > 1{\cdot}049201$ » $\lg. N > 2085{\cdot}83$.

Ich glaube hier nicht ganz Unrecht zu thun, wenn ich anführe, wie ich die letzten Werthe von ω berechnet habe, da die gewöhnlichen Logarithmentafeln nicht mehr zureichen. — Ich bediente mich dazu der Potenztafel von 10, die *Kramp* in seinen Anfangsgründen der Rechenkunst, Köln 1808, pag. 349 mittheilt. Dieselbe Tafel findet sich auch in *Lacroix Élémens d'Algèbre*, 13me *édit.*, *Paris* 1820, *pag.* 339, wobei bemerkt ist, daſs *Dodson* in seinem *anti-logarithmic-canon* eine ausgedehnte Tafel liefere.

Um $\sqrt[100]{1{\cdot}0001}$ zu finden, verfuhr ich folgender Maſsen.

Nach den *Vega*'schen Logarithmentafeln ist

$$\lg.\ 1{\cdot}0001 = 0{\cdot}0000434.$$

Da ich nun den Logarithmus in mehr als sieben Decimalstellen brauchte, suchte ich mir aus der Potenztafel folgende Gröſsen:

$$10^{0{\cdot}00004} = 1{\cdot}0000921076,$$
$$10^{0{\cdot}000003} = 1{\cdot}0000069077,$$
$$10^{0{\cdot}0000004} = 1{\cdot}0000009210.$$

Diese drei Gröſsen mit einander multiplicirt, wobei man nichts anders zu thun hat, als die Decimalstellen zu addiren, geben

$$10^{0{\cdot}0000434} = 1{\cdot}0000999363,$$

3*

also eine Zahl, $<$ als 1·0001; dividire ich nun letztere Zahl durch die vorhergehende, so bekomme ich 1·0000000637; diese durch die nächst kleinere Zahl in der Tafel, nämlich $10^{0·00000002} = 1·0000000460$, dividirt, gibt 1·0000000177. Diese wird wieder durch die nächst kleinere Zahl in der Tafel dividirt, nämlich durch $10^{0·000000007} = 1·0000000161$ u. s. w., so daſs ich zuletzt bekomme

$$1·0001 = 10^{0·0000434277}, \text{ also}$$

$$\lg \sqrt[100]{1·0001} = 0·000000434277.$$

Nun ist aber

$$10^{\frac{4}{10^{7}}} = 1·000\;000\;921\;038\;6,$$

$$10^{\frac{3}{10^{8}}} = 1·000\;000\;069\;077\;8,$$

$$10^{\frac{4}{10^{9}}} = 1·000\;000\;009\;210\;4,$$

$$10^{\frac{2}{10^{11}}} = 1·000\;000\;000\;460\;5,$$

$$10^{\frac{7}{10^{12}}} = 1·000\;000\;000\;161\;1,$$

$$10^{\frac{7}{10^{13}}} = 1·000\;000\;000\;016\;1,$$

$$\text{folglich } \sqrt[100]{1·0001} = 1·000\;000\;999\;964\;5,$$

$$\text{daher } 10^{6}\,[\sqrt[100]{1·0001} - 1] = 0·9999645.$$

Ich glaube, diese Methode empfiehlt sich durch ihre Leichtigkeit sowohl als durch ihre Richtigkeit; es wäre daher die *Kramp*'sche Potenztafel eine recht passende Zugabe zu den gewöhnlichen Logarithmentafeln *).

Aus dem Vorhergehenden ersieht man, welche Grenze eine Zahl übersteigen muſs, damit die Wurzel

*) *Salomon's* logarithmische Tafeln enthalten dieselbe. (*E.*)

daraus mittelst der binomischen Reihe nach und nach in n, $2n$, $3n$, $4n$ . . . rn Dicimalstellen genau angegeben werden kann. Man sieht neuerdings dadurch, welch ein unschätzbares Gut diese Reihe dem Mathematiker, auch in dieser Beziehung ist.

Wir wollen nun zur *Lambert*'schen Formel übergehen, und auch hier den Grad der Annäherung untersuchen. Durch diese Formel erhält man als Näherungswerth der $\sqrt[m]{N}$

$$z = \omega + \frac{2\omega(N - \omega^m)}{(m+1)\omega^m + (m-1)N},$$

wo ω ein bereits genäherter Werth ist; wir wollen gleich annehmen, dafs $\sqrt[m]{N} - \omega < \frac{1}{10^n}$ ist. Ziehen wir nun obige Gleichung von $\sqrt[m]{N} = \sqrt[m]{N}$ ab, so erhalten wir

$$\sqrt[m]{N} - z = \sqrt[m]{N} - \omega - \frac{2\omega(N - \omega^m)}{(m+1)\omega^m + (m-1)N}.$$

Drücken wir der Kürze wegen $\sqrt[m]{N} - \omega$ durch k aus, daher $k < \frac{1}{10^n}$ ist, so haben wir

$$\sqrt[m]{N} = \omega + k, \quad \text{also} \quad N = (\omega + k)^m \quad \text{und}$$

$$\sqrt[m]{N} - z = \sqrt[m]{N} - \omega - \frac{2\omega[(\omega+k)^m - \omega^m]}{(m+1)\omega^m + (m-1)(\omega+k)^m}.$$

Entwickeln wir hier die Potenz des Binoms im Zähler und Nenner, und dividiren wir dann den Zähler durch den Nenner, so bekommen wir

$$\sqrt[m]{N} - z = \sqrt[m]{N} - \omega - k$$
$$+ \frac{m^2 - 1}{3 \cdot 4} \cdot \frac{k^3}{\omega^2} - \frac{(m^2 - 1)m}{2 \cdot 3 \cdot 4} \cdot \frac{k^4}{\omega^3} + \text{etc.}$$

oder

$$\sqrt[m]{N} - z = \frac{m^2 - 1}{3 \cdot 4} \cdot \frac{k^3}{\omega^2} - \frac{(m^2 - 1)m}{2 \cdot 3 \cdot 4} \cdot \frac{k^4}{\omega^3} + \ldots \text{etc.}$$

Da nun $k < \frac{1}{10^n}$ ist, so haben wir

$$\sqrt[m]{N} - z < \frac{m^2-1}{3 \cdot 4} \cdot \frac{1}{\omega^2 \cdot 10^{3n}} - \frac{(m^2-1)\,m}{2 \cdot 3 \cdot 4} \cdot \frac{1}{\omega^3 \cdot 10^{4n}} + \text{..etc.}$$

es ist also gewifs

$$\sqrt[m]{N} - z < \frac{m^2-1}{3 \cdot 4 \cdot \omega^2 \cdot 10^{3n}}.$$

Ist hier *erstens* $\frac{m^2-1}{3 \cdot 4 \cdot \omega^2} < 1$, so ist $\sqrt[m]{A} - z < \frac{1}{10^{3n}}$, d. h. man bekommt durch Anwendung der *Lambert*'schen Formel *drei Mal* so viel richtige Decimalstellen, als man bereits hat; jedoch, damit dieses geschehe, mufs seyn

$$\omega > \tfrac{1}{2}\sqrt{\frac{m^2-1}{3}} \quad \text{oder} \quad N > \left[\tfrac{1}{2}\sqrt{\frac{m^2-1}{3}}\right]^m.$$

Es mufs daher für $m = 2$: $N > \frac{1}{4}$,
» $m = 3$: $N > 0{\cdot}544331$ seyn;

d. h. ziehet man mittelst der *Lambert*'schen Formel aus was immer für einer Zahl, die gröfser als 1 ist, die Quadrat- oder Kubikwurzel aus, so erhält man stets dadurch *drei Mal* so viel richtige Decimalstellen, als man bereits hat.

Für $m = 4$ mufs $N > 1{\cdot}5625$ . . .
» $m = 5$ » $N > 5{\cdot}6568$ . . .
» $m = 10$ » $N > 38218{\cdot}13$ . . . seyn;

bei der vierten Wurzel erhält man also denselben Grad der Näherung, sobald die Zahl, aus welcher die Wurzel ausgezogen wird, $\overline{\overline{>}}$ 2 ist.

Wir wollen nun *zweitens* untersuchen, in welchen Fällen man *zwei Mal* so richtige Decimalstellen bekömmt, als man bereits hat.

Wir haben

$$\sqrt[m]{N} - z < \frac{m^2-1}{12 \cdot \omega^2 \cdot 10^n} \cdot \frac{1}{10^{2n}};$$

damit wir also den benannten Fall der Annäherung erhalten, muſs seyn:

$$\frac{m^2 - 1}{12 \cdot 10^n \cdot \omega^2} < 1.$$

Zur Herstellung dieser Bedingung muſs entweder, wenn nur $\omega > 1$ ist, $m < \sqrt{12 \cdot 10^n + 1}$, oder es muſs

$N > \left(\frac{m^2 - 1}{12 \cdot 10^n}\right)^{\frac{m}{3}}$ seyn. Dieſs gibt

für $n = 1$: $m < 11$,
» $n = 2$: $m < 34{\cdot}6554$,
» $n = 5$: $m < 1095{\cdot}44$,
» $n = 6$: $m < 3464{\cdot}1 \ldots$
» $n = 7$: $m < 10954{\cdot}4 \ldots$

Ist also $N > 1$ und m kleiner als die bezeichnete Grenze, oder übersteigt N den angeführten Ausdruck, so bekommt man jedenfalls *doppelt* so viel Decimalziffern, als man bereits hat.

Schlieſslich wollen wir die Fälle betrachten, wo man zu den n bereits richtigen noch r richtige erhält; wir haben:

$$\sqrt[m]{N} - z < \frac{m^2 - 1}{12 \cdot \omega^2 \cdot 10^n} \cdot \frac{1}{10^{n-r}} \cdot \frac{1}{10^{n+r}}.$$

In diesem Falle muſs also $\frac{m^2 - 1}{12 \cdot \omega^2 \cdot 10^{2n-r}} < 1$ seyn, daher entweder

$$m < \sqrt{12 \cdot 10^{2n-r} + 1} \text{ oder } N > \left[\frac{m^2 - 1}{12 \cdot \omega^2 \cdot 10^{2n-r}}\right]^{\frac{m}{2}},$$

Eine richtige Stelle bekommt man also noch, wenn

$$m < \sqrt{12 \cdot 10^{2n-1} + 1} \text{ ist.}$$

Dieſs gibt für $n = 1$: $m < 11$,
» $n = 2$: $m < 109{\cdot}549$,
» $n = 6$: $m < 109545{\cdot}2$.

Übersteigt nun m diese angegebenen Werthe, und wird N nicht gröfser in einem solchen Falle, als es seyn soll, so bekommt man durch *einmalige* Anwendung der *Lambert*'schen Formel nicht um eine richtige Decimalstelle mehr, da in diesem Falle der Zusatz, den die Formel zu dem bereits genäherten Werthe gibt, zu klein ist; es bleibt in einem solchen Falle nichts übrig, als durch wiederholte Anwendung sich zu nähern.

Vergleichen wir nun beide Rechnungsmethoden mit einander, so finden wir, dafs die *Lambert*'sche Formel gewöhnlich einen schnelleren Grad der Annäherung gewährt, als die binomische Reihe. Z. B. hat man nur *eine* richtige Decimalstelle, so mufs bei Ausziehung der Kubikwurzel mittelst der binomischen Reihe $N > 1{\cdot}30969$ seyn, damit das zweite Glied allein schon *noch eine* richtige Stelle gibt, wo hingegen beim Gebrauche der *Lambert*'schen Formel, sobald der Wurzelexponent < 11 ist, N nur gröfser als Eins zu seyn braucht, und man *doppelt* so viel richtige Stellen bekommt, als man bereits hat.

Ferner sieht man, dafs die binomische Reihe nach und nach n, $2n$, $3n$, ... rn richtige Stellen gibt, wo hingegen die *Lambert*'sche Formel bei Ausziehung der Quadrat- und Kubikwurzeln stets, bei andern Wurzeln, wenn die Zahlen gewisse Werthe überschritten haben,

$$3n,\ 3^2 n,\ 3^3 n,\ 3^4 n,\ \ldots\ 3^r n \quad \text{oder}$$
$$2n,\ 2^2 n,\ 2^3 n,\ \ldots\ 2^r n$$

richtige Stellen gibt. Wo es sich also darum handelt, eine Wurzel in sehr viel Decimalstellen zu entwickeln, hat die *Lambert*'sche Formel den Vorzug. Wurzeln in sehr viel Decimalstellen sind zum Beispiele nothwendig bei Darstellung einer Gröfse, wie

$$10^n (\sqrt[n]{A} - x) = B;$$

um nämlich B in r Decimalstellen richtig zu haben, mufs $\sqrt[n]{N}$ in $n+r$ Stellen entwickelt seyn.

Dafs man durch Anwendung der *Lambert'schen* Formel bei Wurzeln des zweiten und dritten Grades *drei Mal* so viel richtige Decimalstellen bekommt, als man bereits hat, läfst sich auf folgende Art zeigen:

Bei Quadratwurzeln haben wir

$$z = \omega + \frac{2\omega(N-\omega^2)}{3\omega^2+N},$$

daher

$$\sqrt{N} - z = \sqrt{A} - \omega - \frac{2\omega(N-\omega^2)}{3\omega^2+N} \quad \text{und}$$

$$\frac{\sqrt{N}-z}{\sqrt{N}-\omega} = 1 - \frac{2\omega(\sqrt{N}+\omega)}{3\omega^2+N}$$

$$= \frac{3\omega^2+N-2\omega\sqrt{N}-2\omega^2}{3\omega^2+N},$$

also

$$\frac{\sqrt{N}-z}{\sqrt{N}-\omega} = \frac{(\sqrt{N}-\omega)^2}{3\omega^2+N} \quad \text{und}$$

$$\sqrt{N}-z = \frac{(\sqrt{N}-\omega)^3}{3\omega^2+N}.$$

Für den Fall nun, dafs $3\omega^2+N>1$ oder $N>\frac{1}{4}$ ist, hat man

$$\sqrt{N}-z < (\sqrt{N}-\omega)^3.$$

Ist also $\sqrt{N}-\omega<\frac{1}{10^n}$, so hat man

$$\sqrt{N}-z<\frac{1}{10^{3n}}.$$

Für die Kubikwurzel hat man

$$z = \omega + \frac{\omega(N-\omega^3)}{2\omega^3+N},$$

also

$$\sqrt[3]{N} - z = \sqrt[3]{A} - \omega - \frac{\omega(N-\omega^3)}{2\omega^3+N} \quad \text{und}$$

$$\frac{\sqrt[3]{N} - z}{\sqrt[3]{N} - \omega} = 1 - \frac{\omega(\sqrt[3]{N^2} + \omega\sqrt[3]{N} + \omega^2)}{2\omega^3 + N}$$

$$= \frac{2\omega^3 + N - \omega\sqrt[3]{N^2} - \omega^2\sqrt[3]{N} - \omega^3}{2\omega^3 + N}$$

$$= \frac{(\sqrt[3]{N} - \omega)^2 . (\sqrt[3]{N} + \omega)}{2\omega^3 + N}.$$

Sobald nun $N > 1$ ist, mufs $\sqrt[3]{N} + \omega < N + 2\omega^3$, daher

$$\frac{\sqrt[3]{A} - z}{\sqrt[3]{A} - \omega} < (\sqrt[3]{N} - \omega)^2 \quad \text{oder}$$

$$\sqrt[3]{A} - z < (\sqrt[3]{N} - \omega)^3 \quad \text{seyn.}$$

Ist nun $\sqrt[3]{N} - \omega < \frac{1}{10^n}$, so hat man

$$\sqrt[3]{A} - z < \frac{1}{10^{3n}}.$$

Da nun die *Lambert*'sche Formel blofs aus den Prinzipien der sogenannten Elementar-Mathematik hergeleitet wird, so ist es besonders zu empfehlen, Anfänger mit einem so vortrefflichen Rechenmittel bekannt zu machen.

III.

Beiträge zur Kenntniſs der Eigenschaften des Guſs- und Stabeisens und des Stahls;

von

Ign. Edlem von *Mitis.*

Wenn Untersuchungen über die Eigenschaften des Eisens, als des nützlichsten aller Metalle, die Theilnahme nicht zu erwecken scheinen, die sie wirklich verdienen, und sogar von Architecten und Maschinisten als eine wissenschaftliche Speculation ohne nützliche Anwendung übersehen und verachtet werden, so mag dieses wohl nur zum Theil daher kommen, daſs solche Menschen, je weniger sie wissen, auch um so weniger fühlen, was sie zu wissen brauchen. Ich will mich darum durch diese Gleichgültigkeit nicht abhalten lassen, meine dieſsfälligen Arbeiten fortzusetzen, und die dabei gesammelten Erfahrungen als Beitrag eines Samenkorns zur künftigen reichlichen Ernte durch diese Zeitschrift in den fruchtbringenden Schooſs der Publicität zu hinterlegen.

Bevor ich aber zu dem practischen Theile meiner Arbeit übergehe, will ich Einiges über die wesentlichen Eigenschaften des Eisens vorausschicken.

Gutes Eisen muſs vor allem dicht, frei von Blasen und Rissen, und an allen Stellen homogen seyn. Nach der Art der Verwendung, zu der es bestimmt ist, muſs es auch die gehörige Spannkraft, Festigkeit, Verschiebbarkeit (Ductilität) und Cohärenz besitzen.

Die *Spannkraft*, oder, wie ich sie in meinen Schriften immer sonst zu bezeichnen pflege, die Elasticität, ist die Eigenschaft, vermöge welcher ein Körper durch Ein-

wirkung einer äufseren Kraft seine ursprüngliche Gestalt ändert, diese aber, sobald die Kraft zu wirken aufhört, wieder annimmt. Die gröfste von allen Kräften, welche die Gestalt eines Körpers ändern, nach deren Wegnahme seine Gestalt wieder vollkommen hergestellt wird, bestimmt die Gröfse der Spannkraft, und die Gröfse der Ausdehnung oder Compression, die er durch sie erleidet, die Grenze der Spannkraft. Beide Gröfsen bestimmen die Intensität der Spannkraft oder ihren Modulus.

Wird z. B. eine Eisenstange von 1□" Querschnitt und 1 Fufs Länge ihrer Länge nach mit einer Kraft von 25000 Pf. aus einander gezogen, und verlängert sie sich um den $\frac{1}{1000}$ Theil, so gibt 25000 Pf. : $\frac{1}{1000}$ einen Quotienten, den man, für diesen Zustand der Elasticität des Eisenstabes, das Mafs (Modulus) der Elasticität nennet. Dieser Quotient bleibt derselbe, die Gröfse der äufseren Kraft und die dadurch bewirkte Änderung der Dimension des Körpers mag sich wie immer ändern, wenn nur erstere nicht die Grenze überschreitet, für welche der Körper noch vollkommen elastisch ist.

Kennet man aus Versuchen einmal den Werth dieses Quotienten, so beweiset eine bei einem richtig gemachten Versuche gefundene sehr bedeutende Abweichung ganz verläfslich, dafs man es nicht mit dem nämlichen Körper, oder wenigstens nicht mehr in derselben Reinheit zu thun hat. Wie oft dieses bei Eisen der Fall seyn mufs, kann man leicht ermessen, wenn man dessen natürliches Vorkommen mit so vielen anderen Metallen und anderen Stoffen kennet, dabei aber weifs, dafs dessen geringer Geldwerth nicht leicht erlaubet, dieses Metall chemisch rein darzustellen. Nur diese fremden Einmischungen, nicht aber eine gröfsere Härte oder Weichheit, verändern das Gesetz der Gleichheit des

Quotienten selbst bei bedeutendem Unterschied des Dividendus und Divisors.

Die nun bestimmte Gröſse der Gewalt, die Eisen und Stahl, in was immer für einer Form angewendet, erleiden kann, ist auch hauptsächlich das, worauf man in Bezug auf die nützliche Anwendung in der Industrie zu merken hat, denn diese Gröſse ist in den meisten Fällen auch der einzige, sichere Maſsstab der Benützung; darüber hinaus gehen, bringt offenbar Schaden und Gefahr zugleich, aber darunter bleiben, heiſst Material und Kosten verschwenden.

Fest, das heiſst dem Eindringen äuſserer Kräfte Widerstand leistend, ist an sich jedes Eisen, und in so ferne ist der Ausdruck Fest wohl zu allgemein; da aber Härte, Zähigkeit, Sprödigkeit, Weichheit, Mürbe etc. nur nähere Bestimmungen des Grades der Festigkeit bezeichnen, so ist in dem allgemeinen Ausdrucke jede individuelle Beschaffenheit und Eigenschaft des Eisens begriffen, die auf die gröſsere oder mindere Leichtigkeit, es in seiner Form zu ändern, ohne Theile davon abzutrennen oder die Lage seiner Theile zu verschieben, hindeutet.

Je nachdem die Richtung der gegen die Form des Eisenkörpers angewendeten fremden Kraft ist, erfolgt auch stets die Verschiebung seiner Theile; der Zug nach der Länge einer Eisenstange strecket selbe, und verjünget zugleich den Querschnitt; der Druck nach der Richtung der Höhe verkürzt, staucht die Stange und vergröſsert den Querschnitt. Geschieht dieses schwer und nur durch einen Aufwand von groſsen Kräften, so ist das Eisen fest, und umgekehrt, bedarf es nur geringer Kräfte, weich. Man sieht also, die Gröſse dieser Kraft ist das Maſs der Verschiebbarkeit.

Es ist natürlich, daſs nach Verhältniſs der beab-

sichtigten Verwendung des Eisens bald eine gröfsere Härte, bald mehr Weichheit und Zähigkeit desselben erfordert wird. Dabei aber ist die Frage höchst wichtig, was die Ursache der verschiedenen Beschaffenheit des Eisens sey? und wenn man diese Ursache aufgefunden hat, in wie ferne man es in seiner Macht hat, dem Eisen die jedes Mal relativ-beste Eigenschaft zu geben?

Lagerhjelms Versuche, und auch einige der meinigen beweisen, dafs es der bei der Streckung des anzuwendenden Eisens Statt habende Wärmegrad unter übrigens gleichen Umständen ist, der am meisten dazu beiträgt, die Verschiebbarkeit zu bestimmen. Es versteht sich auch hier, dafs nicht von einem durch Beimischung fremder Körper in dem Grade verunreinigten Eisen, dafs es mehr eine Composition, als Eisen ist, die Rede seyn kann, sondern nur von jenem, dessen fremde Mischungstheile keinen überwiegenden Einflufs haben. Das Mafs der Kraft, welches erfordert wird, eine Stange von gegebenem ursprünglichen Querschnitt bis zur Trennung der Theile zu bringen, ist zugleich auch der mit dem Ausdruck absolute Kraft des Eisens bezeichnete Widerstand desselben.

Ist die Verschiebbarkeit in einem Eisen so zu sagen durch äufsere Einwirkung erschöpft, so behält es denn doch die Eigenschaft der Cohäsion, und auch diese mufs noch von einer einwirkenden fremden Kraft überwunden werden.

Es ist merkwürdig, dafs das Eisen, seine vorher behandelten Eigenschaften mögen noch so verschieden seyn, fast durchaus eine gleiche Cohäsion äufsert. Dieses beweiset sich durch die Querschnittsfläche, die Stabeisen jedes Mal an der Bruchstelle annimmt, bevor es durch Gewalt abgerissen wird. Mifst man, was freilich nicht immer mit grofser Genauigkeit geschehen kann,

den Querschnitt der Bruchfläche, die stets geringer als der ursprüngliche Querschnitt ist, und vergleicht damit das Gewicht, welches die Stange zum Abreifsen brachte; so wird man finden, dafs die Stärke der Eisenfasern im weichen oder harten Eisen auf den englischen Quadratzoll im Querschnitt bei 51 bis 52 Tonnen, nach unserem Mafs und Gewicht auf einen Quadratzoll bei 95979 bis 100000 Pf. beträgt; Stahl hat in dieser Hinsicht ungefähr eine Cohäsion von 160000 Pf. Wer diese Versuche selbst zu machen Lust hat, mag aber nicht vergessen, dafs, wenn man auch einige Abweichung von dieser Annahme findet, es gewöhnlich nur in der Schwierigkeit liegt, die meistens unregelmäfsigen, oft faserigen Bruchflächen genau zu messen, und bei dem Eisen insbesondere in der auffallenden Einlefzung derselben. Ist nun bei einem Versuche das Resultat weit über oder unter 52 Tonnen für den englischen Quadratzoll, oder weit über oder unter 1000 Cent. auf 1 Quadratzoll unsers Mafses; so darf man überzeugt seyn, dafs man, bei sonst richtigem Verfahren, nicht mehr mit reinem Eisen zu thun gehabt habe, und fremde beigemengte Körper eine günstigere oder nachtheiligere Wirkung auf das Mafs der Cohäsion ausüben.

Wenn gleich diese theoretischen Sätze nicht eigentlich in diesen, mehr den practischen Versuchen gewidmeten Aufsatz zu gehören scheinen, so halte ich doch dafür, dafs selbe zur Verständigung der Ansichten leiten, die ich bei meinen practischen Arbeiten hatte.

Nun will ich zu den Versuchen selbst übergehen, selbe nach der Art des Materials folgen lassen, und zuerst von jenen Versuchen mit Stabeisen und Stahl (wozu auch jene mit Draht gehören) sprechen, die ich vor Kurzem, dann aber von den freilich wenigen, die ich mit Gufseisen bisher zu Stande zu bringen mich bemühte.

Bei meinen früheren Versuchen über geschmiedetes Eisen und Stahl, die ich in eben dieser Zeitschrift (Bd. III. H. 1., Bd. IV. H. 2.) bekannt gemacht habe, wurde bloſs auf eine oder die andere der vorhin erwähnten Eigenschaften Rücksicht genommen. Die ersten zeigten bloſs allein die absolute Festigkeit ohne Rücksicht auf Spannkrafts-Intensität und Verschiebbarkeit, und bewiesen nur das gröſsere Verhältniſs des Stahles gegen Eisen in Beziehung auf absolute Festigkeit. Die zweiten erstreckten sich wieder fast einzig auf die Intensität der Elasticität oder Spannkraft, und berührten sonst keine der übrigen rücksichtswürdigen Eigenschaften. Endlich diese dritten und neuesten Versuche habe ich durch nach und nach erlangte Übung im Experimentiren und durch die inzwischen mir verschaffte Kenntniſs anderer ähnlicher Arbeiten abermal etwas weiter, aber bei weitem noch nicht dahin gebracht, wohin ich wohl einsehe, daſs sie noch gebracht werden sollen. Billig denkenden Lesern und Beurtheilern wird aber die Rücksicht nicht entgehen, daſs ich allein stehe, und leider bei uns noch nicht daran zu denken ist, daſs der Gegenstand so viel Interesse erweckt hätte, derlei Vereine von wissenschaftlich gebildeten Männern zu dem Zwecke solcher Untersuchungen hoffen zu lassen, wie es etwa im Norden Europas, besonders in England und Schweden der Fall ist. Ich habe übrigens gethan, was ich konnte, um die wenigen mir zu Gebote stehenden und meinen ersten Aufsätzen in Beschreibung und Zeichnung beiliegenden Maschinen zur nöthigen Erweiterung der Versuche und der Ansichten der Resultate vollkommener einzurichten.

Was dieſsfalls geschehen ist, will ich hier vorausschicken.

Die kleine Hebelmaschine, zum Strecken und Ab-

reifsen der Eisenstäbe bestimmt, erhielt an der Mutter der Schraubenspindel im Umkreise eine Theilung in 48 Theile, und an der senkrechten, rückwärtigen, dem Hebel gegenüberstehenden Wand, durch welche die Spindel sich vor und zurück beweget, so wie die metallene Mutter mittelst eines Schraubenschlüssels angezogen oder nachgelassen wird, einen Stift.

Die Spindel, welche zuweilen bis auf 20 und mehr Centner belastet ist, hat ein ziemlich genau geschnittenes, flaches, obiger Belastung gemäfses Gewinde mit Gängen von beiläufig 1 L. Anfänglich hoffte ich durch die Umdrehungen der in Grade getheilten Mutter unter jenem befestigten Stifte die jedesmalige Verlängerung der eingespannten Stange messen zu können, weil, so oft der mit Gewichten belastete Hebel aus seiner horizontalen Lage niedersinkt, die Spindel angezogen werden mufs, und zwar um so viel, als die eingespannte Stange sich verlängert hat.

Allein bald überzeugte ich mich durch Erfahrung, dafs ich damit meinen Zweck nicht erreiche; denn, da die Gewichte, die hier ins Spiel kommen, schon bedeutend sind, so müssen sich nebst der untersuchten Stange auch die Spindel und alle übrigen zur Spannung beitragende Maschinentheile strecken und verlängern. Ferner besteht der Kasten der Maschine aus Eichenholz, das wohl verhältnifsmäfsig stark ist, aber doch unvermeidlich durch den Druck zwischen dem Hebelruhepuncte und der Spindelmutter zusammengeprefst wird, und also abermals auf das Mafs der Umdrehungen Einflufs hat. Eine Einrichtung, die ich traf, um auch diese Zusammenpressung messen zu können, überzeugte mich wohl von der Richtigkeit des Vorhandenseyns derselben, war aber zu sehr zusammengesetzt. Ich konnte also diese ganze Einrichtung nur dazu einiger Mafsen benützen,

um an den Theilstrichen der Mutter und der Platte am Hebel durch die beiden entsprechenden Stifte bei jedesmaliger gänzlicher Entlastung zu beobachten, ob der nämliche Spannungszustand aller Theile der Stange und der Maschine wieder eingetreten sey, wie selber beim Experimente Statt gehabt hat.

Nun wendete ich ein anderes Mittel an, um die während dem Versuche eintretende Streckung der Stange messen zu können. Ich liefs nämlich die Stäbe so viel möglich mit gleichem Querschnitt zwischen den nöthigen Befestigungsaugen, die verhältnifsmäfsig immer viel stärker waren, in der Länge von 14 bis 15 Zoll anfertigen, mafs jedes Mal den Querschnitt so genau als möglich an vielen Stellen der Länge der Stange, dann trug ich auf der oberen Fläche der Stange von Zoll zu Zoll ihr Längenmafs mit möglichster Genauigkeit auf, und bezeichnete mit einer feinen Stahlnadel durch Ritze jeden Zoll. War sohin die Stange für den Versuch eingespannt, so bediente ich mich eines Stangenzirkels, setzte auf die Entfernung von zwei solchen Ritzen, die 12 Zoll einschlossen, die Zirkelspitzen, wobei ich mich einer Loupe bediente, verglich sohin das Mafs auf einer in Metall gravirten Scale gleich anfangs, und immer wieder, so oft ein neuer Belastungszuwachs oder die Entlastung der Stange erfolgte, und so erhielt ich eine ziemlich richtige Kenntnifs der eintretenden und wieder verschwindenden Dehnung innerhalb der Grenzen der Elasticität der Stange. Weil im Ganzen in so kurzen Stücken die Verlängerung kaum über 1 bis 3 Puncte gehen konnte, so war es mir nur möglich, die verhältnifsmäfsigen Verlängerungen der einzelnen Zwischentheile abzulesen, und ich mufste jene durch Rechnung bestimmen.

Was die Maschine anbelangt, deren ich mich zu den

Biegungsversuchen schon früher bedient habe, und die im IV. Bande, Heft 2. dieser Zeitschrift beschrieben ist, so habe ich auch mit dieser einige Veränderungen vorgenommen. Die ehemaligen vierseitigen Auflagprismen von Stahl verwandelte ich in dreiseitige mit einer stumpfen, aufrecht liegenden Kante. Die Welle von Eisen, über welche eine Schnur mit einem langen und spitzen Senkel auf die Mitte der zur Untersuchung belasteten Stange herab führte, wenn man mit einer Kurbel diese Welle umdrehte, verwarf ich darum, weil sie einen zu grofsen Querschnitt hatte, und weil man mit der Kurbel aus freier Hand die kleinen Umdrehungen nicht so leicht und genau bewirken konnte, die der jedesmalige Zuwachs an Belastung erfordert. Statt dieser Welle befestigte ich eine nur etwa 4 Linien im Durchmesser haltende stählerne Axe, die an beiden Enden in sogenannten Körnern umlauft, und dabei eine sehr kleine Reibung hat. Im Mittel dieser Axe befindet sich eine kleine metallene Rolle, am Umfange rauh gemacht, und so abgedreht, dafs sie im Umkreise genau 3 Zoll hat. An dem 1 $^1/_2$ Mal umgelegten Seidenfaden hängt an jedem Ende ein mit Bleischrot zum Theil gefüllter, 5 Linien weiter, hohler Cylinder von Messingblech; der etwas gröfsere, mit einem konisch zugespitzten Boden geschlossene, ist natürlich schwerer, sinkt, wenn er nicht unterstützt ist, und dreht die Rolle, mit ihr die Axe, und der kleinere spannt den Faden nicht nur immer gleich, sondern, wie der gröfsere durch die Unterstützung gehoben wird, so drehet er die Axe wieder zurück, aber nur so weit, als es das gehobene Gewicht erlaubet. Vorne, gegen den Beobachter gerichtet, ist in verticaler Stellung ein 8 Zoll im Durchmesser haltendes Zifferblatt befestiget, durch dessen Centrum die Axe gehet, und ein auf selber befestigter Uhrzeiger be-

zeichnet am Umfange des Blattes, wie viel die Umdrehung der Axe, folglich der Rolle betrug, was dann stets mit der durch die Beugung der Stange, die dem Gewicht zur Stütze dienet, genau übereinstimmt. Da das Zifferblatt, wie gewöhnlich bei Uhren, in 60 Minuten durch Theilstriche getheilt ist, eine ganze Umdrehung der Rolle aber 3 Zoll beträgt, so zeigt das Vorrücken des Zeigers um eine solche Minute genau 0'',05; die Gröfse einer solchen Minutenabtheilung, fast 1/2'' betragend, habe ich durch einen darüber geklebten Quadranten wieder in 5 Theile getheilt, und so bin ich im Stande, sehr leicht 0'',01, ja selbst 0'',005 und 0'',0025 zu erkennen. Endlich habe ich auch noch eine Abänderung darin getroffen, dafs ich statt der bisherigen zum Aufsetzen der auf einem Stahlprisma hängenden Wagschale eine rechteckige Rahme von Stahl machen liefs, die einen Raum zwischen ihren inneren Kanten von 1 1/4 Zoll nach der Breite, und 1 1/2 Zoll nach der Höhe einschliefst; der obere horizontal liegende Theil dieser Rahme ist abwärts, wo er die zu untersuchende Stange berührt, prismatisch schneidig, und an dem unteren Rahmentheile, der etwas breiter als die übrigen Theile ist, befinden sich nach der Seite zwei starke Haken, welche die Ringe der Wagschalenschnüre aufnehmen. Diese Rahme wird auf die Mitte der Stange bei Anfang des Versuches aufgesetzt, und mit ein Paar gegen einander geschobenen schwachen Holzkeilen so an der Stange fest gemacht, dafs sie sich nicht aus dem Mittel rücken kann; auf derselben oberen flachen Kante ruht das schon erwähnte schwerere Gewicht mit seinem conischen Boden. Ist alles so vorbereitet, so bewirkt der Druck nur mit einem Finger schon eine Senkung der Stange, die durch ein Fortschreiten des Zeigers sichtbar ist.

So ist also nun mein Apparat, so weit ich es vermochte, verbessert.

Ich finde mich veranlaſst, hier zu erinnern, daſs ich durch die Gnade einer hohen Person die Erlaubniſs erhalten habe, meine Versuche in dem Locale des k. k. Artillerie-Guſshauses vorzunehmen, und daſs der würdige und geachtete k. k. Major und Director *Huſs*, so wie auch das übrige in dieser Anstalt angestellte k. k. Artillerie-Officier-Corps mir bei meinen Arbeiten überall mit Bereitwilligkeit und rühmlichem Eifer beistand.

Ich erhielt aus Kärnthen, mit dem Ersuchen darüber Versuche zu unternehmen, einen schon den äuſseren Kennzeichen zu Folge sehr guten Guſsstahl, der vom Herrn *Franz Rabitsch*, Inspector der gräflich *Egger*'schen Eisenwerke, verfertigt war, und lieſs aus dem erhaltenen Stück eine Stange in der Form schmieden, wie ich sie in der Hebelmaschine zum Versuche nöthig hatte; sie erhielt eine Länge von 19″, die in ihren Theilen von 1″ auf der Stange selbst nach einer sehr genauen Messung mit feinen Linien eingezeichnet wurde.

Das rechteckige Prisma der Stange ward an sechs verschiedenen Stellen durch Umwicklung eines stets gleich gespannten Seidenfadens gemessen, und ich fand daſs es 0″,2639 der Breite nach, und 0″,1666 der Höhe nach maſs, also einen Querschnitt von 0□″,04396 = dem 22,73sten Theile eines Quadratzolles hatte. Als ich nach vollendetem Versuche ein Stück dieser Stange von 3 Zoll Länge abschnitt und wog, so fand ich es 280 Gran schwer, was fast eben der 22ste Theil von dem Gewicht ist, welches Stahl bei einer Länge von 3″ und einem Querschnitt von 1□″ wiegen müſste.

Nun wurde diese so vorbereitete Stahlstange in die Maschine eingespannt, und der Hebel nach und nach mit der Vorsicht belastet, daſs man öfter das Gewicht wie-

der abnahm, und immer untersuchte, ob das durch die Theilstriche auf der metallenen Schraubenmutter zu Anfang des Versuches angezeigte Verhältnifs der Länge noch genau dasselbe sey. Man fand bis zu der Auflegung von 94 Pf. durchaus keine bleibende Verlängerung im ursprünglichen Mafs der Stange, nachdem sie wieder entlastet ward, und doch war während dem Zuge des Gewichtes durch Messungen deutlich eine Verlängerung der 19 Zoll um 0'',023 zu finden.

Bei einer neuen Vermehrung der Belastung um 1 Pf., das heifst bei einem Gewichte von 95 Pf. auf den Hebel, fand sich, dafs schon eine wirkliche, wenn gleich fast unmefsbare Verlängerung eintrat; ich habe daher auch die Dehnung der Stange,

$$\varepsilon = 0'',001219 = \frac{1}{820},$$

als Grenze der Spannkraft angesehen; die Gröfse dieser Kraft aber ist

$$(\overset{\text{℔}}{94} \times 20) + \overset{\text{℔}}{120} = \overset{\text{℔}}{2000}$$

für die Stange, und für einen Quadratzoll Querschnitt

$$\overset{\text{℔}}{2000} \times 22,73 = \overset{\text{℔}}{45460}$$

gefunden, und mit f bezeichnet. Aus beiden die Intensität oder der Modulus der Elasticität

$$M = \frac{f}{\varepsilon} = \frac{\overset{\text{℔}}{45460}}{\frac{1}{820}} = 37277200.$$

Da es sich nun aber darum handelte, den Versuch weiter fortzusetzen, und die absolute Kraft der Stange zu untersuchen, so konnte ich leicht voraussehen, dafs ich nicht ohne Nachtheil meiner Maschine eine so grofse Gewalt anwenden könne, als das Abreifsen der Stahlstange in diesen Dimensionen gefordert haben würde, darum liefs ich ihren Querschnitt in der Mitte ihrer Länge

durch die Feile kleiner schneiden, so daſs nun das Rechteck des Querschnittes nach einer Seite 0″,18, nach der anderen 0″,112, im Quadrat also 0□″,02016, d. i. den 49,6ten Theil eines Zolles hatte. Diesen verkleinerten Querschnitt hat ein Stück von nicht ganz 6 Zoll der Länge nach, und ich bezeichnete davon 5 Zoll durch genaue Zolltheilung mit feinen Ritzen auf der Stange. Nunmehr begann, ohne fernere Rücksicht auf die schon ausgemittelte Spannkraft, die Belastung des Hebels, um die absolute Stärke der Stahlstange zu erproben.

Es waren 111,9 Pf. auf den Hebel aufgelegt, als die Stange beinahe ganz in der Mitte ihrer Länge brach. Dieses macht in der schon aus meinen früheren Aufsätzen bekannten Methode bei den Berechnungen für die Maschine

$$\overset{\text{℔}}{(111,9} \times 20) + \overset{\text{℔}}{120} = \overset{\text{℔}}{2358},$$

das ist die absolute Kraft der Stange, und daher für einen Querschnitt von 1 Quadratzoll

$$\overset{\text{℔}}{2358} \times 49,6 = \overset{\text{℔}}{116956}.$$

Durch diese Gewalt erlitt die Stange innerhalb der Grenze der bezeichneten 5 Zoll folgende Streckung:

Maſs vor dem Versuch.	Nach dem Bruch.
1ster Zoll	1″,065,
2ter »	1″,1,
3ter »	1″,135,
4ter »	1″,03,
5ter »	1″,025,
	5″,355.

Es hat sich also diese Stange um 7,1 auf 100 verlängert. Der Bruch folgte in dem 3ten Zoll. Der Querschnitt an der Stelle des Bruches war, wie immer, durch die Stre-

ckung verjüngt, aber dabei durchaus keine Einlefzung zu merken, wie sie bei Eisen Statt hat. Das Korn des Bruches war leicht grau und sehr fein, die Bruchfläche fast eben, und mit einem Mikroskope angesehen zeigte sich eine fremdartige Verunreinigung an der Bruchfläche, die wahrscheinlich dazu beigetragen haben mag, daſs die Stahlstange nicht noch mehr getragen hat.

An der Stelle des Bruches wurde der Querschnitt der Stange abermals mit möglichster Genauigkeit gemessen; ich fand selben nach einer Richtung 0'',15, und nach der anderen 0'',112, demnach das Rechteck der Reiſsfläche im Quadrate 0□'',0168, das ist der 59,52ste Theil eines Quadratzolles. Wird aber hieraus die Kraft der Cohäsion für einen Quadratzoll-Querschnitt berechnet, so ist selbe

$$\overset{℔}{2358} \times 59{,}52 = \overset{℔}{140350}.$$

Hier bleibt die Gröſse der Cohäsion gegen die von *Tredgold* ausgemittelte um 200 Cent. auf den Quadratzoll zurück, was seinen Grund ebenfalls in der, durch die mikroskopische Vergröſserung entdeckten, Unreinigkeit (die fast das Aussehen von Asche hatte) finden mag.

Im Ganzen spricht sich das Resultat dieses Versuches ganz übereinstimmend mit mehreren anderen von mir beschriebenen ähnlichen Versuchen aus; die geringe Elasticitätsgrenze, die hier $\frac{1}{820}$ ist, während ich selbe, wenigstens im Durchschnitt, wenig kleiner als $\frac{1}{600}$ fand, dürfte von dem Grade der Hitze abhängen, in der die Stange geschmiedet worden ist; es dürfte auch die bemerkte Verunreinigung darauf Einfluſs haben. Es fehlte mir an nöthiger Menge des Materials, um mehrere solche Stangen machen zu lassen, und den Versuch zu wiederholen.

Ebenfalls aus Kärnthen, und zwar aus derselben

Hand, erhielt ich auch ein Eisen, unter der Benennung *Tiegeleisen.* So viel mir davon erkläret wurde, soll es auf folgende Art aus Roheisen in gahres Stabeisen verwandelt worden seyn: Von einem Hochofen, an dem das Roheisen in Blätter gerissen zu werden pfleget, soll eine Anzahl solcher Blätter durch anhaltendes Ausglühen im Schmelztiegel seines Kohlenstoffes entledigt worden seyn, statt dafs man Roheisen sonst unter dem Gebläse verfrischet. So vorbereitet, wird dann dieses Blättereisen sogleich ins Streckfeuer genommen, in Schweifshitze gebracht, und zu Stabeisen ausgeschmiedet.

Ich will die allenfalls mit diesem Verfahren verbundenen Vortheile ganz dahin gestellt seyn lassen; allein man versichert, dafs es ganz besonders weiches Eisen, und dabei von einer vorzüglichen Zähigkeit und Stärke geben soll, so dafs man es zu Gewehrläufen mit besonderem Nutzen verwende, die, ungeachtet man an dünnen Stellen der Mündung sie mit einem Messer schneiden kann, doch der Gewalt der Ladung mit grofser Verläfslichkeit widerstehen. Ich liefs auch aus diesem Material eine Stange, wie die vorige, machen, und zum Versuche schreiten.

Sie hatte 18″ Länge, und war ebenfalls in Zolltheile durch Linien getheilt. Ihr Querschnitt mafs nach einer Seite 0″,255, nach der andern 0″,16, also im Quadrate 0□″,0408, das ist der $24,5^{te}$ Theil eines Quadratzolles.

Mit der Auflegung der Gewichte, um den Punct der Grenze der Spannkraft nicht zu übersehen, wurde in derselben Art verfahren, wie bei der ersten Stange. Bis 55 Pf. Belastung fand ich wieder keine Streckung nach der Abnahme des Gewichts, obwohl die Dehnung während der Spannung 0″,019 betrug; bei 60 Pf. Gewicht aber fand ich schon deutlich eine kleine bleibende Streckung nach der Entlastung, daher nehme ich im Ver-

hältnifs auf den Querschnitt der Stange

$$(55 \overset{\text{℔}}{} \times 20) + \overset{\text{℔}}{120} = \overset{\text{℔}}{1220}$$

als die Gröfse der Spannkraft, und die Dehnung $= 0'',019$ als Gränze derselben an. Beides auf einen Querschnitt von 1□″ gebracht, gibt

$$\overset{\text{℔}}{1220} \times 24,5 = \overset{\text{℔}}{29890},$$

und als Gröfse der Dehnung $0'',001055 = \frac{1}{948}$ der Länge. Die Intensität oder der Modulus der Elasticität dieser Gattung Eisen wäre daher

$$\frac{f}{\varepsilon} = 28335720 \text{ Pfund.}$$

In der Regel und bei genauen Versuchen wird selbe auch bei noch gröfseren Differenzen im Dividendus und Divisor für Eisen nicht viel von dem Quotienten $= 25000000$ Pf. abweichen; hier aber haben wir schon in der zweiten Ziffer eine bedeutende Abweichung, und der Quotient ist um mehr als 3000000 Pf. gröfser; daraus kann man schliefsen, dafs dieses Material ein mit einem fremden Körper verbundenes Eisen sey, was wohl ohne Zweifel der in der Frisch-Manipulation nicht hinlänglich beseitigte Antheil von Kohlenstoff ist, der diese Stange zu einer Art Stahl macht. Die Gröfse seiner Spannkraft allein, obwohl sie 29890 Pf. beträgt, läfst dieses nicht erkennen, und zwar um so weniger, als wir in der Folge sehen werden, dafs wirklich reines Eisen eine noch gröfsere Spannkraft erreichen kann, was in der Behandlung beim Scheiden und in dem Grade der Temperatur liegt, welchem es bei der Scheidung ausgesetzt war.

Da nun der Versuch rücksichtlich der Spannkraft beendiget war, fuhr ich fort, die Stange rücksichtlich der absoluten Kraft zu untersuchen.

Es wurde endlich das Gewicht auf den Hebel bis auf 166,125 Pf. vermehrt, wobei die Stange mit einem sehr unebenen, dunkelgrauen, wenig glänzenden, offenbar körnigem Bruche, der keine bedeutende Einlefzung, ungeachtet seiner ansehnlichen Verjüngung des Querschnittes, zu erkennen gab, brach. An der Oberfläche der Bruchkanten schienen sogar der reinen Eisenfaser ähnliche Splitter entstanden zu seyn, die merklich von dem Korn des mittleren Theiles des Querschnittes sich selbst durch einigen Glanz unterschieden haben.

Nach Verhältniſs des während dem Versuche auf den Hebel gelegten Gewichtes hat die Stange folgende absolute Kraft:

$$(166{,}125\overset{\text{℔}}{} \times 20) + 120\overset{\text{℔}}{} = 3442{,}5\overset{\text{℔}}{};$$

daraus die absolute Kraft für die Stärke von 1□″ solchen Materials:

$$3442{,}5\overset{\text{℔}}{} \times 24{,}5 = 84341\overset{\text{℔}}{}.$$

Diese bedeutende absolute Kraft spricht neuerdings dafür, daſs dieses mehr Stahl als Eisen sey, was wohl 500 Cent. und selbst 550 Cent., aber gewiſs nie 800 Cent. trägt, wenn es sich in einem Zustande der Verschiebbarkeit befindet, wie wir jetzt gleich sehen werden.

Die abgerissene Stange wurde in allen Dimensionen so genau wie möglich gemessen.

Die Reiſsfläche, die in diesem Falle schon etwas schwerer genau zu messen war, hatte nach einer Richtung 0″,18, und nach der anderen 0″,12, daher im Quadrate 0□″,02163, das ist der 46,223ste Theil eines Quadratzolles, wornach wir zuletzt die Kraft der Cohäsion berechnen werden.

Was die veränderte ursprüngliche Länge der Stange anbelangt, die 18″ betrug, und durch feine Risse für

jeden Zoll bezeichnet war, ergaben sich folgende Veränderungen:

						Zoll.
Der	Zoll	Nro.	1	hatte	nun	1,03125
»	»	»	2	»	»	1,07000
»	»	»	3	»	»	1,07000
»	»	»	4	»	»	1,07000
»	»	»	5	»	»	1,07000
»	»	»	6	»	»	1,07000
»	»	»	7	»	»	1,05000
»	»	»	8	»	»	1,10000
»	»	»	9	»	»	1,08550
»	»	»	10	»	»	1,10500
»	»	»	11	»	»	1,30000 (*a*)
»	»	»	12	»	»	1,09550
»	»	»	13	»	»	1,06850
»	»	»	14	»	»	1,05000
»	»	»	15	»	»	1,03650
»	»	»	16	»	»	1,07500
»	»	»	17	»	»	1,08500
					Summa .	18,43225.

Der 19te Zoll konnte nicht mehr gemessen werden, weil sogleich nach dem beendigten Versuche und erfolgtem Bruche dieser Theil der Stange abgehauen wurde, um ihn durch Feuer und Härtung auf Stahl zu probieren, als was auch in dieser Beziehung die Stange sich bewies, da selbe sich bedeutend härten liefs.

Bei dem mit (*a*) bezeichneten Zoll erfolgte der Bruch der Stange.

Man sieht aus dieser Messung, dafs ursprüngliche 17″ um 1″,43 sich verlängert haben.

Bei der geringen Länge der einzelnen Theile, die nur 1 Zoll betrugen, ist freilich die Differenz von der gröfsten Streckung im 11ten Zoll (= 0,3) gegen die klein-

ste im 1sten Zoll (= 0,63) sehr bedeutend, und möchte auf eine Ungleichheit rücksichtlich der Verschiebbarkeit in der Stange schliefsen lassen; allein, wenn man bedenkt, dafs es nicht möglich ist, aus freier Hand eine solche Stange durchaus mit vollkommen gleichem Querschnitt zu schneiden, so möchte ich diese Differenzen mehr diesem Umstande als dem Mangel der Gleichheit in den Eigenschaften des Materials zuschreiben. Im Ganzen streckt die Einheit sich um 0,084 aus. Diese Verschiebbarkeit ist für geschmiedete Stangen, selbst nach *Lagerhjelm's* Versuchen, schon so grofs, dafs man das Material weich nennen mufs, besonders aber, wenn man auf die Streckung des gebrochenen Zolles allein Rücksicht nimmt, so ist selbe 0,3 auf die Einheit. So grofs habe ich bei *Lagerhjelm* gar keine gefunden; aber es ist zu merken, dafs selber die Länge eines schwedischen Fufses, also ein mehr als eilf Mal so grofses Mafs zur Einheit der Messung angenommen hat.

Was endlich auch bei dieser Stange die Cohäsion betrifft, so hat selbe bei einem Querschnitt von 0□″,02163, der der 46,223ste Theil eines Quadratzolles ist, 3442,5 Pf. getragen; dem zu Folge ist die Cohäsion auf den Quadratzoll

$$\overset{\text{℔}}{3442{,}5} \times 46{,}223 = \overset{\text{℔}}{159123}.$$

Diese Gröfse bestimmt das Material offenbar als Stahl, ja sie übertrifft sogar das Verhältnifs der Stärke des zuerst untersuchten Gufsstahls, welcher freilich aus dabei angegebenen Gründen seine ganze Kraft nicht zeigen konnte.

Da diese beiden Versuche mit Material vorgenommen wurden, das seiner Kostbarkeit wegen weniger oft in grofser Masse verwendet wird, so wendete ich nun meine Aufmerksamkeit vielmehr auf gewöhnliches, we-

gen seiner Trefflichkeit längst rühmlich bekanntes, steirisches Eisen. Ein in Neuberg, im Brucker Kreise, auf den k. k. Hammerwerken geschmiedeter Eisenstab wurde zu drei für meine Hebelmaschine schicklichen Stangen ausgeschmiedet.

Die erste hievon hatte in der Länge 14″; jeder Zoll wurde, wie gewöhnlich, auf der Stange selbst bezeichnet. Ihr Querschnitt war quadratisch, und maſs an jeder Seite 0″,128, daher in der Fläche 0□″,01638, das ist der 61ste Theil eines Quadratzolles. Ich habe diesen Querschnitt auch durch das Gewicht eines Stückes dieser Stange von 2″ Länge, welches 63 Gran wog, untersucht; und da eine 2″ lange Eisenstange, wenn selbe einen vollen Quadratzoll gehabt hätte, 38547 Gran gewogen haben würde, so beträgt auch der gewogene Theil dieser Stange mit 63 Gran den 61,18ten Theil. Ich will hier nur ein für alle Mal erinnern, daſs ich die gemessenen Querschnitte in allen Fällen auf gleiche Weise zu controlliren pflege.

Für die Spannkraft untersucht, litt diese Stange eine Belastung von 420 Pf., die mit gewöhnlicher Vorsicht und öfterem Entlasten nach und nach aufgelegt wurden; die eingetretene Dehnung von 0″,015 lieſs keine Spur einer bleibenden Streckung zurück, das macht auf die Einheit

$$\varepsilon = 0{,}00107, \text{ d. i. } \tfrac{1}{934},$$

Nun

$$\overset{\text{℔}}{420} \times 61 = \overset{\text{℔}}{25620}$$

ist das Gewicht, was 1□″ solchen Eisens als f = Gröſse der Elasticität getragen haben würde. Die Intensität der Spannkraft

$$\frac{f}{\varepsilon} = 23929080 \text{ Pfund.}$$

Nach den schwedischen Versuchen, und auf die in *Lagerhjelm* angegebenen Einheiten in Gewicht und Maſs zurückgeführt, hatte eine Decimallinie Querschnitt 1,08 Schiffspfund getragen; und dieses, mit dem Verhältniſs der Dehnung $\frac{1}{934}$ dividirt, gibt einen Modulus = 1007 Schiffspfund, stimmt also mit den so genau angestellten Versuchen in dieser Beziehung der Spannkrafts-Intensität des Eisens überein, obwohl die Gröſse dieser Kraft, das Gewicht nämlich von 1,08 Schiffspfund auf eine Quadrat-Decimallinie, von keiner Gattung des dort versuchten geschmiedeten Stabeisens erreicht wurde.

Die absolute Kraft dieser Stange forderte eine Belastung von 917,5 Pf.; dieses auf 1□″ solchen Eisens übertragen:

$$\overset{℔}{917{,}5} \times 61 = \overset{℔}{55967}.$$

In den schwedischen Verhältnissen beträgt dieses 2,359 Schiffspfund auf die Quadrat-Decimallinie.

Auch hierin übertrifft dieses Eisen fast alles von *Lagerhjelm* untersuchte; nur eine Gattung, nämlich schwedisches gegärbtes und gewalztes Eisen, im 50sten und 54sten Versuche, kam an absoluter Kraft unserem Neuberger Eisen gleich.

Die Verschiebbarkeit, welche die Stange während dem Versuche äuſserte, fand ich nach einer möglichst genauen Messung, wie folget:

								Zoll.
Der	Zoll	Nro.	1	hatte	nach	dem	Bruch	1,055
»	»	»	2	»	»	»	»	1,025
»	»	»	3	»	»	»	»	1.025
»	»	»	4	»	»	»	»	1,015
»	»	»	5	»	»	»	»	1,055
»	»	»	6	»	»	»	»	1,140 (*a*)
»	»	»	7	»	»	»	»	1,025
»	»	»	8	»	»	»	»	1,015
»	»	»	9	»	»	»	»	1,015
»	»	»	10	»	»	»	»	1,015
»	»	»	11	»	»	»	»	1,015
»	»	»	12	»	»	»	»	1,055
»	»	»	13	»	»	»	»	1,015
»	»	»	14	»	»	»	»	1,015
Im ganzen gestreckten Maſs							.	14,485.

Im Ganzen war die Verschiebbarkeit nicht groſs, und betrug nicht ganz $3^1/_2$ pro Cent. Das Eisen ist daher sehr fest. Die gröſste Differenz ist zwischen dem mit (*a*) bezeichneten Zoll, der abgerissen ist, $= 0'',14$ und $0'',015$; freilich auch ziemlich groſs, doch fand sich selbe häufig auch bei *Lagerhjelm's* Versuchen, ungeachtet seiner gröſseren Vergleichungsmaſse.

Endlich die Kraft der Cohäsion belangend, maſs ich mit Hülfe eines trefflichen Mikroskopes, und unter dem Beistande des Herrn Mitredacteurs dieser Zeitschrift, *v. Ettingshausen*, den bedeutend verjüngten, faserig gestalteten Bruch der Stange, der wohl auch ziemlich eingelefzet war; er betrug nach einer Seite $0'',1$, nach der anderen $0'',08846$, also der Querschnitt $0\square'',008846$, d. i. die Reiſsfläche beträgt den 113ten Theil eines Quadratzolles. Dem zu Folge

$$\overset{\text{℔}}{917{,}5} \times 113 = \overset{\text{℔}}{103677}$$

die Gröſse der Cohäsion. Diese Kraft, nach den Verhältnissen der schwedischen Versuche berechnet, gibt auf die Quadrat-Decimallinie 4,37 Schiffspfund, und nach *Tredgold's* Versuchen, der die Cohäsion = 51 Tonnen auf den englischen Quadratzoll fand, kommt sie auf 53,5 Tonnen; eine neue Bestätigung seiner Trefflichkeit.

Bei dem Versuche mit der zweiten und dritten, aus eben diesem Eisen verfertigten Stange, war das Verfahren ganz mit dem erst beschriebenen gleich, daher folgen nur ganz kurz die Resultate.

Länge der Stange 14″; der ursprüngliche Querschnitt 0□″,0169, d. i. der 59ste Theil eines Quadratzolles; Gröſse der Spannkraft für die Stange 420 Pf.; Gränze der Spannkraft der Stange 0,0148, d. i. der $\frac{1}{946}$ste Theil für einen Quadratzoll; die Gröſse der Elasticität f = 24780 Pf., und die Gränze

$$\varepsilon = 0{,}001057 = \tfrac{1}{946};$$

die Intensität oder der Modulus der Elasticität

$$= 23442000 \text{ Pf.},$$

mithin von der vorhergehenden nur in der dritten Zahlenstelle unterschieden, wozu leicht die Schwierigkeit der Beobachtung führen kann.

Absolute Kraft hatte die Stange 991 Pf., also auf die Einheit des Quadratzolles 58469 Pf.; war also etwas stärker als die vorhergehende.

Die Verschiebbarkeit dieser Stange war folgende:

								Zoll.
Der	Zoll	Nro.	1	hat sich	verlängert		auf	1,09
»	»	»	2	»	»	»	»	1,04
»	»	»	3	»	»	»	»	1,02
»	»	»	4	»	»	»	»	1,01
»	»	»	5	»	»	»	»	1,—
»	»	»	6	»	»	»	»	1,02
»	»	»	7	»	»	»	»	1,01
»	»	»	8	»	»	»	»	1.01
»	»	»	9	»	»	»	»	1,02
»	»	»	10	»	»	»	»	1,02
»	»	»	11	»	»	»	»	1,03
»	»	»	12	»	»	»	»	1,01
»	»	»	13	»	»	»	»	1,08 (*a*)
»	»	»	14	»	»	»	»	1,05
					Verlängertes Maſs		.	14,41.

Dieses Eisen war also noch etwas fester als das vorhergehende; es fällt die gröſste Verlängerung auf den ersten Zoll, und die Stange brach mit einem dem Ansehen nach gleichen Bruch am 13ten Zoll.

Das möglichst genaue Maſs des Querschnittes an der Reiſsfläche war 0□″,0099, also der 101ste Theil eines Quadratzolles, dem zu Folge die Gröſse der Cohäsion auf 1□″ solchen Eisens 10091 Pf.

Der Versuch mit der dritten Stange von demselben Eisen zeigte folgende Resultate:

Ursprüngliche Länge 14″; ihr Querschnitt glich genau dem der ersten Stange = dem 61sten Theil eines Quadratzolles. Die Spannkraft verhielt sich ebenfalls wie bei der ersten Stange, daher alles dort Gesagte auch hier gilt.

Die absolute Kraft der Stange betrug 936 Pf., daher für einen Querschnitt von 1 Quadratzoll 57096 Pf.

Die Verschiebbarkeit konnte nicht so genau bestimmt

werden, denn die Stange brach aufserhalb der bezeichneten Zolltheile, doch wurden diese 14 Zoll selbst auf 14″,245 ausgestreckt gefunden; da aber die gröfste Streckung gewöhnlich in dem geborstenen Zoll Statt findet, die man hier in der Messung vermifste, so mag wohl auch diese Stange von gleicher Ductilität mit der vorigen gewesen seyn.

Nach erfolgtem Bruch nahm die Stange eine bedeutende Krümmung in ihrer Längendimension an, was wohl beweiset, dafs sie etwa an einer Fläche härter als an der anderen war; eine Ungleichheit, die von der Arbeit bei dem Ausschmieden kommen konnte.

So wie die absolute Kraft dieser Stange etwas geringer als bei der vorigen ist, so war es auch die Cohäsionskraft, um so mehr, als die Stange bei dem gleichen ursprünglichen Querschnitt mit der ersten Stange doch eine verjüngtere Bruchfläche hatte, wie die zweite, die nur den 101sten Theil eines Quadratzolls betrug. Die Festigkeit beträgt daher für einen Querschnitt von 1 Quadratzoll

$$\overset{\text{℔}}{936} \times 101 = \overset{\text{℔}}{94536}.$$

Nun wollte ich einen Versuch in der Absicht machen, um zu sehen, in wie ferne man es bei der Bearbeitung der Eisenstäbe in seiner Macht habe, dem Eisen eine gröfsere oder kleinere Spannkraft beizubringen, was natürlich den wichtigen ökonomischen Vortheil mit sich bringt, dafs man mit wenigerem, dabei kräftigerem Eisen denselben Zweck erreicht, wie mit einem gröfseren Quantum schwächeren Eisens.

Zu dem Ende wählte ich ein Stück Schmiedeeisen, das alle Eigenschaften eines guten Eisens zu haben schien. Dieses Stück wurde in zwei Hälften getheilt, ein Theil mit möglichst starker Hitze in der Schlosser-

werkstätte des k. k. Gufshauses zu einer für die Versuche tauglichen Form ausgeschmiedet, und als die Schmiedung vollendet war, noch ein Mal ausgeglüht, und dann erst zu dem passenden Querschnitte ausgefeilet.

Aus der anderen Hälfte wurde eine gleiche Stange, aber mit möglichst geringer Hitze, geschmiedet, auch nicht mehr geglüht, sondern gleich unter die Feile genommen.

Die erste Stange hatte folgende Masse: Länge 14″,5; jede Seite des Querschnitts 0″,1357, und daher der Querschnitt selbst 0,0184 Quadratzoll, d. i. den 54,29sten Theil eines Quadratzolles. Ihr specifisches Gewicht betrug 1,8540. Die Stange wurde durch eine Belastung von 420 Pf. um 0,0125 gedehnt, doch verschwand diese Dehnung bei Abnahme des Gewichtes bis auf eine fast unbemerkbare Verlängerung; doch, um auch diese zu berücksichtigen, nahm ich die entsprechende Gröfse der Spannkraft nur mit 400 Pf. an.

Diese Spannkraft, auf den Querschnitt von 1□″ übertragen, gibt

$$\overset{℔}{400} \times 54{,}29 = \overset{℔}{21717};$$

eben so obige Ausdehnungsgrenze auf die Einheit geführt, gibt

$$= 0'',000861, \quad \text{d. i.} \quad \frac{1}{1160},$$

und die Intensität der Spannkraft

$$\overset{℔}{21717} : \frac{1}{1160} = \overset{℔}{25191000}.$$

Nun ward nach und nach die Belastung bis zu 797,34 Pf. fortgesetzt, wobei die Stange rifs. Ihre absolute Kraft, auf einen Querschnitt von 1 Quadratzoll gebracht, ist demnach 43271 Pf.

Die Verlängerung in jedem bezeichneten Zoll der ursprünglichen Länge war folgende:

								Zoll.	
Der	Zoll	Nro.	1	mafs	nach	dem	Bruch	1,0278	
»	»	»	2	»	»	»	»	1,0451	
»	»	»	3	»	»	»	»	1,2326	(a)
»	»	»	4	»	»	»	»	1,0278	
»	»	»	5	»	»	»	»	1,0451	
»	»	»	6	»	»	»	»	1,0729	
»	»	»	7	»	»	»	»	1,1110	
»	»	»	8	»	»	»	»	1,0659	
»	»	»	9	»	»	»	»	1,0659	
»	»	»	10	»	»	»	»	1,0729	
»	»	»	11	»	»	»	»	1,0900	
»	»	»	12	»	»	»	»	1,0763	
»	»	»	13	»	»	»	»	1,0486	
»	»	»	14	»	»	»	»	1,0486	
der	halbe	Zoll	15	»	»	»	»	0,5347	

Summe der Mafse in der gestreckten Stange 15,5652.

Es betrug also die Verlängerung auf die ursprüngliche Länge von 14″,5 1″,0652 = $\frac{1}{1361}$ Theil der Länge. Auch diese Stange hatte sich nach dem Bruche, der im dritten Zoll erfolgte, am langen Ende nach der Seite hin etwas gebogen.

Der Bruch war im Übrigen fein, schiefrig, dunkelgrau und bedeutend eingelefzet, daher das Mafs der eigentlichen Zusammenziehung in der Reifsfläche schwer zu bestimmen; doch, so viel ich mit grofser Genauigkeit und aus dem Verhältnisse des Verlängerungsmafses im gebrochnen Zoll, und noch näher aus der Verlängerung der einen Hälfte dieses Zolles bestimmen konnte, war der Querschnitt der Reifsfläche 0□″,007541, also der $\frac{1}{132}$te Theil eines ganzen Quadratzolles, und die Festigkeit = 105700 Pf. auf einen Quadratzoll.

Die zweite von demselben Eisen geschmiedete Stange hatte auch eine Länge von 14″,5, einen Querschnitt von

0□″,01817 (da jede Seite 0″,13476 betrug), es war daher die Stärke des Querschnittes der 55,06te Theil eines Quadratzolles. Ihr specifisches Gewicht betrug 7,8942. Ich untersuchte genau, ob bei der Entlastung eine bleibende Streckung zu bemerken sey, bis zu 620 Pf., und ungeachtet dabei eine Dehnung von 0″,0209 Statt hatte, so liefs selbe doch noch keine Spur einer bleibenden Streckung zurück; ich konnte also sowohl dieses Gewicht als die Gröfse der Spannkraft, und diese Dehnung als ihre Grenze annehmen. Wird beides auf einen Zoll berechnet, so macht erstere

$$\overset{\text{℔}}{620} \times 55{,}06 = \overset{\text{℔}}{34171},$$

letztere = 0,00144, d. i. $\frac{1}{693}$tel der Länge, was beinahe mit der des Stahles übereinkommt. Der Modulus der Elasticität beträgt

$$\overset{\text{℔}}{34171} : \tfrac{1}{693} = \overset{\text{℔}}{23687000}.$$

Ist nun die Gröfse der Spannkraft das Mafs der Benützungsfähigkeit, so verhält sich in dieser Beziehung die erste Stange zur zweiten wie 1 : 1,572; oder mit andern Worten: ich kann dem Eisen, nach der ersten Art bearbeitet, mehr als $^1/_3$ weniger Anstrengung zumuthen, als dem zweiten, erspare also eben so viel, wenn ich das Eisen, z. B. zu einer Kette, nach der zweiten, statt nach der ersten Art schmieden lasse, ohne darum an Sicherheit das Geringste zu verlieren. Um jedoch ja nicht zu einem Mifsverständnisse Anlafs zu geben, erinnere ich, dafs jedes einzelne Glied versucht werden mufs, ob nicht sonst ein Fehler daran ist, der sich durch eintretende bleibende Streckung augenblicklich verrathen wird.

Um die Verschiebbarkeit dieser Stange zu prüfen, wurde selbe fortan bis auf 785 Pf. belastet, wobei sie

brach; ihre absolute Kraft = 43228 Pf. ist bis auf wenige Pfunde dieselbe, wie bei der vorhergehenden Stange, ein Beweis mehr für die gleiche Qualität des Eisens.

Die bleibende Streckung war gefunden wie folgt:

						Zoll.
Der Zoll	Nro.	1	ausgedehnt	auf	1,0138	
»	»	» 2	»	»	1,0138	
»	»	» 3	»	»	1 —	
»	»	» 4	»	»	1,1458	(a)
»	»	» 5	»	»	1,0138	
»	»	» 6	»	»	1 —	
»	»	» 7	»	»	1 —	
»	»	» 8	»	»	1,0105	
»	»	» 9	»	»	1 —	
»	»	» 10	»	»	1 —	
»	»	» 11	»	»	1 —	
»	»	» 12	»	»	1 —	
»	»	» 13	»	»	1 —	
»	»	» 14	»	»	1,0140	
der halbe	Zoll	15	»	»	0,5 —	
Summe des gestreckten Maſses				.	14,7117.	

Es betrug also über die ursprüngliche Länge im Ganzen die Streckung nur 0″,2117; ein Beweis für die ungemeine Festigkeit.

Der in Ansehung der feinen faserigen Beschaffenheit mit der vorigen Stange ganz übereinkommende Bruch war aber noch unregelmäſsiger, und so stark eingelefzet, daſs es mir unmöglich fiel, die Stärke des Maſses der Reiſsfläche zu bestimmen, daher ich die Bemerkungen über die Stärke übergehen muſs, wenn ich nicht Muthmaſsungen für Wahrheit geben will, obwohl ich keinen Grund zu zweifeln habe, daſs das Eisen in solcher Beziehung von gleicher Kraft mit dem vorigen war.

Versuche mit Draht.

Schon der zuletzt angeführte Versuch hat bewiesen, wie weit die Kraft des Eisens durch die Bearbeitung desselben gebracht werden kann; noch deutlicher erweiset sich aber dieser wichtige Satz durch das zu Draht gezogene Eisen, ja es ist sogar aus diesen Drahtversuchen einleuchtend, daſs Hr. *Lagerhjelm* die Grenze der Cohäsion des Eisens, die er auf 52 Tonnen englischen Gewichts auf 1 □'' englischen Maſses berechnet, noch viel zu eng bezeichnet hat. Dieses mag wohl für geschmiedetes und gewalztes Eisen annäherungsweise wahr seyn, ganz sicher aber ist es bei Draht weit gröſser. Die Herren *Soufflot* und *Rondelet*, sagt Hr. *Lagerhjelm* in seinem Werke Seite 173, fanden die Cohäsion im Draht schon 55 Tonnen auf den Quadratzoll. Da hatten sie gewiſs nur mit ziemlich grob gezogenem Draht zu thun. Denn, wie die Versuche zeigen werden, die ich selbst gemacht habe, so fand ich einen Eisendraht, dessen Stärke auf den englischen Quadratzoll wohl 90 Tonnen beträgt; ich werde, wenn die Beschreibung des betreffenden Versuches an die Reihe kommt, besonders auf dieses Verhältniſs aufmerksam machen.

Schon im Jahre 1823 machte mein Bruder, der k. k. Wasserbauamts-Ingenieur, *Ferdinand* Edler von *Mitis*, Versuche über die absolute Festigkeit des Eisendrahtes, die er in einer Abhandlung, herausgegeben bei Herrn *Trentsensky* in Wien, bekannt machte. Ich wohnte diesen Versuchen selbst bei, und sie verdienen um so mehr vollen Glauben, da jede einzelne Drahtsorte fünf bis zwölf Mal wiederholt abgerissen worden ist, und nur der mittlere Durchschnitt der Resultate zum Anhaltspunct genommen wurde.

Der kubische Inhalt des Drahtes wurde nach dem Gewicht bestimmt, dabei das specifische Gewicht des

Eisens zu 7,713 angenommen, wornach die Länge eines prismatischen vierkantigen Eisenstabes von 1□″ Querschnitt und 6 Zoll Länge 11564 Gran unsers Gewichts wiegt. Die in Untersuchung genommenen Drähte wurden in Stücke von 6 Zoll Länge geschnitten, und mit Grangewicht ausgewogen. Die hier folgende Tabelle gibt in der ersten Columne das für ein 6″ langes Drahtstück gefundene Gewicht in Granen. Die zweite das Gewicht, welches zum Abreißen des Drahtes nöthig war. Die dritte die Anzahl der Drähte, welche erforderlich gewesen wären, um den kubischen Inhalt eines Eisenprisma zu bilden, dessen Länge 6″, und der Querschnitt 1□″ betragen würde. Die vierte Columne endlich das verhältnißmäßige Gewicht, das ein solches Prisma von Eisen zu tragen im Stande wäre.

Tabelle der im Jahre 1823 mit Drahtgattungen gemachten Versuche.

Gewicht in Granen.	Stärke in Wiener Pfunden.	Anzahl der Drähte, um 1□″Querschn. zu bilden.	Stärke eines Eisenprisma v. 1 Quadratzoll Querschnitt.
5	53,8	2312	124430
6	46,9	1927	90372
8	65,45	1445	91718
9	66,5	1284	85446
10	77,1	1156	89159
14	106,5	826	87970
18,5	137	625	85637
23	152	502	76423
25	190	462	87887
29	199	398	79394
30	179,8	385	69307
31	214	373	79829
37	255,2	312	79671
47	312,6	246	76914
58	391,6	212	83086
62	377,2	186	70355
69	421,6	167	70658
98	553,6	118	65326

Diese Versuche waren nur in der Absicht unternommen; die absolute Stärke des Drahtes zu untersuchen, und beweisen, daſs diese mit der Feinheit desselben in der Regel zunimmt; denn die wenigen vorkommenden Ausnahmen rühren wohl von der individuellen Beschaffenheit des Eisens her, aus welchem der Draht gezogen worden, und aus anderen bei dem Zuge des Drahtes obwaltenden Verschiedenheiten. So viel aber gehet aus diesen Resultaten deutlich hervor, daſs die Stärke der ersten Drahtgattung bei einem Bündel von einem engl. Quadratzoll Querschnitt schon 66,12 Tonnen beträgt, selbst wenn man annimmt, daſs der Querschnitt des Drahtes sich beim Abreiſsen nicht verjüngt hat.

Dagegen kommt die absolute Stärke der letzteren Drahtgattung, wenn man den ursprünglichen Querschnitt des Drahtes zum Anhaltspuncte nimmt, auch nur auf 34,03 Tonnen für den engl. Quadratzoll Querschnitt. Daſs aber bei dem eintretenden Bruche so dicker Drähte ganz bestimmt eine bedeutende Verjüngung des Querschnittes Statt findet, kann Jemanden, der mit solchen Versuchen vertraut ist, unmöglich zweifelhaft vorkommen.

Um diesen Theil der Untersuchungen über den Zustand des Eisens im Drahte etwas mehr durch Versuche zu erläutern, habe ich selbst noch folgende unternommen.

Ein Draht, welcher 0″,056416 im Durchmesser hatte, und in der Länge von 6 Zoll 33 Gran wog, wurde in die Hebelmaschine eingespannt, und forderte 212,5 Pfund Belastung, bis er abriſs. Da aber 358,2 solche Drähte erst einen Quadratzoll Eisen ausmachen würden, so ist die absolute Kraft desselben = 761,86 Pf. Ich hatte die ursprüngliche Länge des Drahtes gemessen, sie betrug 18″; nach dem Bruch fand ich die Länge

beider Stücke zusammen genommen 18'',112, und bemerkte an der Stelle des Bruches, dass der Draht eine Schiefer hatte, die höchst wahrscheinlich durch den Zangenbiss der ersten Züge entstanden seyn mag.

Den offenbar verjüngten Querschnitt zu messen war mir unmöglich, denn das Eisen war fast gänzlich in einzelne Fasern ausgezogen, an denen die mangelhafte Schiefer von aussen hängen blieb.

Die Verlängerung betrug aber doch $\frac{1}{169}$tel der ganzen Länge, oder beinahe 0'',006 auf den Zoll. Gleichförmig war die Verjüngung des Querschnittes im ganzen Draht durchaus nicht, sondern sie hatte nur an der Bruchstelle, aber in einem sehr bedeutenden Grade Statt, und es ist gewiss nicht überschätzt, wenn ich den Bruch-Querschnitt nur halb so gross als den ursprünglichen annehme.

Rechnet man die Festigkeit nach dem ursprünglichen Querschnitt übertragen auf einen englischen Quadratzoll, so beträgt selbe 39,745 Tonnen, bei der angenommenen Verjüngung des Querschnittes aber 79,59 Tonnen.

Ferner habe ich einen weiteren Versuch mit einem Draht vorgenommen, der im spec. Gewichte 7,728, und auf 1 Fuss Länge 15 Gran wog; dadurch kann man leicht berechnen, dass 1575 Stücke erforderlich gewesen wären, um den Querschnitt von 1 Quadratzoll zu erhalten. Das Gewicht, das er bis zum erfolgten Bruch trug, war 64 Pfund, demnach

$$\overset{℔}{64} \times 1575 = \overset{℔}{100800}$$

seine absolute Stärke nach dem ursprünglichen Querschnitt; dieses macht auf 1□'' engl. Masses schon für sich eine Cohäsion von 52,585 Tonnen, ohne im Geringsten Rücksicht auf die Verjüngung der Reissfläche zu nehmen, die doch hier gewiss sehr bedeutend war, da

wir sehen werden, um wie viel der Draht bleibend ausgestreckt wurde, bis er brach.

Für diesen und die folgenden Versuche habe ich mir ein eigenes Gestelle zum Experimentiren verfertigt. Es bestand aus einem länglichen Rahmen von starken quadratischen Bohlen, die 3″ an jeder Seite maſsen, und aus Lerchbaumholz geschnitten waren. Im Lichten hatte der Rahmen in seiner Länge 55″, und in der Weite 20″. An der Auſsenseite einer der schmalen Seiten schraubte ich zwei starke Stifte ein, die dazu dienten, um den in Versuch genommenen Draht mittelst einer zusammengedrehten Schlinge, wie es bei Claviersaiten geschieht, einzuhängen und festzustellen; dann wurde der Draht nach der Länge der horizontal und hohl liegenden Rahme gezogen, und mit einer starken Stahlschraube über eine metallene Rolle gespannt, bis er einen seiner Stärke entsprechenden, aber möglich tiefen, reinen Ton gab.

Ich muſs bemerken, daſs der Draht wohl allerdings schon hiebei eine Dehnung erlitten haben muſs, allein, da ich kein Mittel wuſste, selbe zu messen, so habe ich sie vernachläſsiget, und mich nur bemüht, so wenig als möglich mehr Gewalt zur Spannung anzuwenden, als unumgänglich nöthig war, ihn gerade zu strecken.

So gestreckt, von der inneren Kante des schmalen Rahmenstückes, über welches der Draht auflag, damit die Schlinge nicht nachgeben konnte, bis an die Tangente der Rolle am Stahlschrauben, hatte jeder untersuchte Draht eine Länge von 49″,72.

Genau in der Mitte dieser Länge hatte ich eine Vorrichtung über den Rahmen gesetzt, mittelst der ich nicht nur Gewichte auf den gespannten Draht aufhängen, sondern auch zugleich die Beugung messen konnte, die er senkrecht abwärts erlitt. Auf diese Art suchte ich aus

der bekannten ursprünglichen halben Drahtlänge und aus der senkrechten Beugung die nunmehrige Länge des Drahtes in der schiefen Linie zu berechnen.

Noch mufs ich anfügen, dafs ich jederzeit zwei ganz gleiche Drähte in den Rahmen spannte, und sie gleich stimmte, aber nur den einen gewaltsam beugte, damit ich, so oft ich die dieses bewirkende Kraft beseitigte, beurtheilen konnte, ob der Draht noch seinen ursprünglichen Ton beibehalten hat; denn so lange dieses der Fall war, ist es sicher, dafs bei entferntem Druck, und daher bei aufgehobener Dehnung der Draht wieder sein altes Längenmafs angenommen habe, mithin, dafs die Grenzen seiner Elasticität nicht überschritten waren.

Der eingespannte Draht wurde um 1″,43 herabgebogen; somit war seine ursprüngliche Länge von 49″,72 auf 49″,802 gebracht, mithin um $\frac{1}{606,34}$ verlängert. Als die Last, welche diese Beugung hervorbrachte, entfernt war, nahm der Draht wieder das alte Mafs der Länge ein; denn der Ton, den er gab, war derselbe wie vor der gewaltsamen Beugung.

Aus dem durch meine früheren Versuche bestimmten Modulus der Elasticität für Eisen:

$$\overset{\text{tb}}{23171547} \times \frac{1}{606,34} = \overset{\text{tb}}{48111},$$

ist die Gröfse der Last zu entnehmen, welche ein im gleichen Stande der Spannkraft befindliches Eisen bei 1□″ Querschnitt zu tragen im Stande ist, und zwar ohne Verletzung seiner Elasticität.

Nachdem dieses Kraftverhältnifs bestimmt war, so vermehrte ich die Beugungsgewalt so wie die Beugung selbst bis zum Bruch des Drahtes, welcher erst dann eintrat, als die Beugung 5″,72 erreicht hatte. Dadurch war die ursprüngliche Länge des Drahtes von 49″,72 auf

51'',18, mithin um den $\frac{1}{21,248}$^sten^ Theil verlängert. Als ich die abgerissenen Stücke des Drahtes wirklich maſs, so fand ich freilich nur, daſs er um 1'',7 länger geworden sey; allein dieserwegen war seine Ausdehnung vor dem Bruche doch 2'',18, und nur die im letzten Augenblicke des Bruches noch vorhandene groſse Elasticität hatte ihn um fast 0'',5 wieder zusammen gezogen.

In eben der Vorrichtung versuchte ich einen Draht, wovon die Länge eines Fuſses genau 6 Gran, dessen specifisches Gewicht aber 7,6344 betrug. Es würden also 3664 solche Drähte erst einen Querschnitt von 1□'' erhalten. Da nun 31,5 Pf. erforderlich wären, um diesen einzelnen Draht abzureiſsen, so würde

$$\overset{\text{℔}}{31,5} \times 3664 = \overset{\text{℔}}{115430}$$

die absolute Kraft dieses Querschnittes seyn, das macht auf 1□'' engl. Maſses 60,24 Tonnen. Er war noch vollkommen elastisch, und behielt bei der Aufhebung des Druckes seinen Ton, als er schon um 1'',7 aus der horizontalen geraden Linie gebogen war; seine Verlängerung betrug daher 0'',116, das ist $\frac{1}{428,62}$. Nimmt man nun denselben Modulus der Elasticität wie vorher, um aus selbem das Gewicht zu berechnen, das der Draht innerhalb der Grenzen seiner Spannkraft getragen hätte, so ist selber 54061 Pf.

Bei der weiter angebrachten Kraft, die eine Abweichung von 2'',75 bewirkte, sprang der Draht ab. Die hiedurch bewirkte Verlängerung war 0'',304 oder $\frac{1}{163,5}$. Hier ist also die Streckung fast acht Mal kleiner, dagegen die Dehnung innerhalb der Grenzen der Elasticität fast um 1,4 Mal gröſser, als beim vorher untersuchten Drahte.

Endlich habe ich noch einen feinen Draht untersucht. Dieser wog in der Länge eines Fufses 2 Gran; sein specifisches Gewicht war = 7,6316. Um selben abzureifsen, waren 11,5 Pf. nöthig; also da 10994 Stücke solchen Drahtes erst 1□″ Querschnitt geben, so ist die absolute Stärke

$$\overset{\text{℔}}{11{,}5} \times 10994 = \overset{\text{℔}}{126642},$$

oder ein englischer Quadratzoll solchen Eisens trüge 66 Tonnen. Die Beugung, welche er ohne Nachtheil der Elasticität und ohne Änderung des Tones leiden konnte, betrug 2″,15, daher erfuhr er eine Verlängerung von 0″,186 oder $\frac{1}{267{,}3}$. Aus dieser Verlängerung und dem angenommenen Modulus der Spannkraft, wie in beiden vorigen Versuchen, ist das Gewicht, das solches 1□″ starkes Eisen trägt, 86684 Pf.

Bei Fortsetzung der gewaltsamen Dehnung bis zum Bruche erfolgte zuletzt eine 3″,35 tiefe Senkung, daraus die Verlängerung gegen die ursprüngliche Drahtlänge von 0″44, d. i. $\frac{1}{113}$ter Theil der Länge; hier ist die letzte Streckung nur beiläufig 5,4 Mal kleiner, als bei dem zuerst untersuchten Drahte, dagegen die Dehnung innerhalb der Spannkraftsgrenze mehr als doppelt zu grofs. Ich zweifle nicht, dafs ganz genaue Versuche künftig in dieser Beziehung die Verhältnisse noch weit richtiger bemerken lassen werden, und will dieses vorläufig nur als eine Andeutung hingeben.

Versuche mit Gufseisen.

Da zur Vervollständigung der Kenntnifs der Eigenschaften des in Gewerben und Künsten immer häufiger in Anwendung kommenden Eisens die Eigenschaften des Gufseisens gewifs eine ganz vorzügliche Rück-

sicht verdienen, so habe ich auch diesfsfalls mit einigen Versuchen mich beschäftiget, deren Resultate hier noch angefüget werden sollen.

Auf meine Bitte hat mich die k. k. Montanistische Hofkammer durch Überlieferung von sechs zu Maria-Zell gegossenen Stangen zum Behufe solcher Versuche gnädigst unterstützt. Mein Augenmerk bei den damit veranstalteten Versuchen ging wesentlich dahin, den Grad der Elasticität derselben, das heifst das Gewicht auszumitteln, welches diesem Gufseisen bei transversaler Belastung auferleget werden kann ohne dafs dieses Gewicht eine bleibende Biegung bewirkt; ferner zu untersuchen, mit welchem Gewicht der Bruch des Gufseisens bei angebrachtem Seitendrucke erfolget.

Die Gröfsen der Dimensionen der erhaltenen Stangen waren folgende:

Die Länge betrug 4′, 6″. Ihr Querschnitt war ein Quadrat, dessen Seiten jede 1″ messen sollte. Dieses letzte Mafs war aber leider in Anbetracht der vollkommensten Genauigkeit, die ähnliche Versuche fordern, wenn sie zu Normalbestimmungen führen sollen, nicht sehr richtig, und es stimmte nicht nur nicht bei dem Vergleiche einer Stange mit der anderen überein, sondern selbst in ein und derselben Stange war der Querschnitt von einer für die practische Verwendung von Gufseisen wohl gleichgültigen, aber für Versuche immerhin noch bedeutenden Verschiedenheit.

Ich suchte wohl diesem Nachtheil dadurch zu begegnen, dafs ich jede solche Stange in ihrer Mitte auf allen vier Seiten glatt feilen, und dort einiger Mafsen ein vollkommenes Quadrat im Querschnitte herstellen liefs, wo ich die Stangen belasten, biegen und brechen wollte, und dieses Mafs werde ich auch bei jeder besonders angeben.

Bei dem Gufs derselben wurden zwei solcher Stangen in Sandform, in horizontaler Lage; zwei in Sandform, vertical; eine in Thonform, horizontal; und endlich eine in Thonform, vertical, gefertiget.

Die verticalen, das ist in stehender Form gegossenen, hatten aber keinen besonderen Aufgufs oder sogenannten verlornen Kopf, welcher vielleicht eine gröfsere Dichtigkeit in der Stange bewirkt haben würde, aber wahrscheinlich die eine Hälfte dichter, die andere poröser gelassen haben dürfte.

Da ich die Resultate meiner Versuche über Gufseisen zu einer besseren Übersicht und einer möglichen Kürze in ihrer Beschreibung in einer Tabelle geben werde, so mufs ich auch noch erinnern, dafs ich nebst oben erwähnten sechs Gufseisenstangen auch noch zwei ganz ähnliche, in dem hiesigen k. k. Artillerie-Gufshause angefertigte, erhalten habe.

Die Schmelzung des Eisens dieser letzteren fand in einem Holzflammofen Statt, und die dabei verwendeten Flofsen waren Maria-Zeller Eisen, also eigentlich dasselbe Material, aber nur dadurch unterschieden, dafs selbe durch Umschmelzung und im Flammofen erzeugt wurden.

Ich bediente mich des, schon in meinem früheren, auf diesen Gegenstand Bezug habenden Aufsatze im vierten Bande dieser Zeitschrift, Seite 138, umständlich beschriebenen Extensiometers, der überdiefs noch mehrere nicht unwesentliche Verbesserungen für das genau zu nehmende Mafs der eintretenden Biegungen bei der Querbelastung erhielt, um meine Versuche anzustellen. Die Auflageprismen waren stets bei allen Versuchen gleich weit entfernt, und zwar 48″ W. M.

Ich erinnere dieses, und dafs ich mit meinen Belastungen stets gleich verfuhr, und allezeit nur von 10

zu 10 Pfund die Belastung der Stangen vermehrt habe, aus dem Grunde, damit es nicht nöthig sey, die Tabelle mit noch mehr Spalten zu versehen Aus gleichem Grunde habe ich auch in der für die Biegung bestimmten Columne dieser Tabelle nur die gröſste Biegung innerhalb der Grenzen der Elasticität angegeben, aus der sich leicht die jeder kleineren Belastung entsprechende Biegung berechnen läſst.

Um die Tabelle noch einfacher zu construiren, wurden die Columnen nur mit Buchstaben gezeichnet, deren Bedeutung ich hier ebenfalls mit einigen erläuternden Bemerkungen vorausgehen lasse.

A zeigt die Nummer des Versuches;

B die nähere Bezeichnung der Stange;

C und *D* das Maſs der Seiten, und zwar *C* die Höhe, *D* die Breite; und endlich

E den aus beiden vorhergehenden bestimmten Querschnitt.

Alle Stangen, die bei der Rauhheit, welche sie vom Guſs erhalten haben, gar zu schwer zu messen sind, wurden an der Stelle, wo die Belastung angebracht war, mit der Feile gehörig geebnet. Ich verlor freilich dadurch einen Theil der immer etwas härteren Guſshaut, und es mag seyn, daſs dadurch vielleicht die relative Kraft der Stangen etwas zu gering ausgemittelt ist; allein der Unterschied mag nicht so groſs seyn, als der Fehler der Rechnung bei Einführung eines nicht richtig gemessenen Querschnittes.

F zeigt das von mir selbst bestimmte specifische Gewicht des Eisens, dem Bruche zunächst bei einer Temperatur von + 15° C.

G zeigt das Gewicht, welches, als es wenigstens zwei bis drei Tage auf der Stange geruhet hatte, nach sei-

ner Abnahme noch keine meſsbare Spur einer bleibenden Krümmung bewirkte.

H ist das Maſs der Beugung an der Grenze der Elasticität.

I bezeichnet das Gewicht, bei dem der Bruch der Stange eintrat. Die Gewichte sind, wie immer, Wiener Pfunde; auch ist unter dem Gewicht allezeit das Gewicht der Stange und das Gewicht des zum Auflegen der Last nöthigen Apparates mit begriffen.

K Beugung im Augenblicke, bevor der Bruch erfolget ist.

L Verhältniſs der Gewalt, welche bei dem Versuche noch heine Änderung in der Kraft der Stange hervorbrachte, gegen jene Last, die den Bruch derselben herbeiführte.

M gibt die Gröſse des Gewichtes an, das eine Stange dieses Eisens auf einen Quadratzoll trägt, wenn es der Länge nach gezogen wird, ohne eine bleibende Änderung in seiner Structur zu erhalten. Berechnet so wie alles folgende nach *Thomas Tredgold*.

N die dabei Statt findende Ausdehnung nach Theilen der Länge.

O das Maſs der Elasticität.

A		B	C	D	E	F	G
1.	In Maria-Zell.	Eine stehend in Lehmform gegossene Stange	1''	1''	1□''	7,0911	200 ℔
2.		Eine liegend in Lehmform gegossene Stange	1''	1'',05	1□'',05	7,14	200 »
3.		Eine liegend in Sandform gegossene Stange	1''	1'',05	1□'',05	7,0846	200 »
4.		detto.	1'	1'',08	1□'',08	7,065	200 »
5.		Eine stehend in Sandform gegossene Stange	1	1	1□	7,147	190 »
6.		detto.	1	1	1□''	6,726	150 »
7.	Im k.k. Gußhause in Wien.	Eine liegend in Lehmform gegossene Stange	0'',95	0'';95	0□'',9025	7,1662	200 »
8.		Eine stehend in Lehmform gegossene Stange	1''	0'',95	0□'',95	7,1563	200 »

Der Bruch war beim Maria-Zeller Eisen dunkelgrau, mit in der Mitte des Querschnittes etwas gröberem, metallisch glänzenden Korn, umgeben von einem viel feineren, aber auch bei weitem weniger glänzenden Korn. Das Eisen war in den fünf ersten Stangen ziemlich gleichförmig, dicht, ohne Blasen, nur die sechste Stange machte von dieser guten Beschaffenheit eine un-

H	*I*	*K*	*L*	*M*	*N*	*O*
0,389	540 ℔	—	1 : 2,7	14433 ℔	$\frac{1}{986}$	14211000 ℔
0,365	495 »	—	1 : 2,475	13714 »	$\frac{1}{1052}$	14428000 »
0,373	480 »	1″,135	1 : 2,4	13714 »	$\frac{1}{1029}$	14119000 »
0,3735	520 »	0″,8335	1 : 2,6	13333 »	$\frac{1}{1028}$	13708000 »
0,407	465 »	—	1 : 2,4	13680 »	$\frac{1}{843}$	12907000 »
0,2762	300 »	—	1 : 2	10800 »	$\frac{1}{1390}$	15000000 »
0,3	530 »	0″,7	1 : 2,65	16795 »	$\frac{1}{1347}$	22629000 »
0,35	540 »	0″,95	1 : 2,7	15157 »	$\frac{1}{1097}$	16630000 »

günstige Ausnahme, da selbe in hohem Grade porös, und mit vielen bedeutend groſsen, ganz metallisch glänzenden, mehrere Linien im Durchmesser haltenden Eisenschroten eingesprengt war. Überhaupt hat der Guſs dieser Stange gänzlich miſsrathen, und es scheint, daſs das Eisen schon zu kalt war, als die Stange gegossen worden ist; sie kann also eigentlich

gar nicht Einfluſs auf die Beurtheilung dieser Versuche nehmen.

Was die beiden aus dem Flammofen gegossenen Eisenstangen anbelangt, so war die Farbe des Bruches bedeutend lichter, das Korn durchaus gleich, weit feiner als das mittlere der vorigen Stangen, aber doch gröber als das Korn, das jene an den äuſseren fast ein und eine halbe Linie starken Rand umgab, wo der Bruch fast wie mit Staub bedeckt aussah.

Wenn man in Ansehung der Stärke, die das Maria-Zeller Eisen in den ersten fünf Stangen zeigte, einen Durchschnitt annimmt, der da zeiget, daſs selbe innerhalb der Grenzen ihrer Elasticität auf 1□ Querschnitt einer Gewalt von 13775 Pf. widerstanden haben, so ist unser steiermärkisches Guſseisen beiläufig um 450 Pf. auf den Quadratzoll stärker, als das englische nach *Tredgold's* Versuchen. Beträchtlich mehr Stärke zeigt aber das aus dem Flammofen erzeugte Guſseisen. Sie betrug im Durchschnitte 15976 Pf., also um 2650 Pf. mehr als englisches, und über 20 Centner mehr als Maria-Zeller Guſs.

In Rücksicht auf Biegsamkeit ist das Maria-Zeller Eisen im Allgemeinen sowohl dem englischen als dem aus dem Flammofen erzeugten offenbar voraus, wie die Columne *N* zeigt. Ich muſs aber bemerken, daſs in diesem Betracht die stehend gegossenen Stangen einen nicht ganz richtigen Anhaltpunct zu gewähren scheinen, denn alle in den Versuchen gebrauchten Stangen waren ohne Ausnahme ohne einen sogenannten verlornen Kopf oder Überguſs angefertigt, und es ist doch eine in aller Art von Guſs erprobte Sache, daſs vertical gegossene Metalle stets aufwärts minder dicht als am Boden ausfallen. Das muſs dann nothwendig einen Einfluſs auf ihre Biegsamkeit haben. Daſs dieser Einfluſs ungünstig für den ste-

henden Gufs sey, beweiset am besten der Vergleich der Stangen Nro. 7 und 8. Die erste ist bei weitem kräftiger, und nicht so leicht biegsam als die zweite, ja sie übertrifft auch das englische Eisen, welches bei dem Maximum seiner Belastung sich nur $\frac{1}{1100}$ biegt.

Dafs auch die Stange Nro. 6, die in allen übrigen als abnorm zu betrachten ist, eine so geringe Biegsamkeit zeigte, mag blofs daher kommen, dafs in selber so viele hohle und gewölbte Räume enthalten waren.

Es ist übrigens nach dem Umstande, zu welchem Gebrauch man das Eisen bestimmt, die Frage erst zu entscheiden: ob mehr oder weniger Beugsamkeit ein Vortheil oder Nachtheil sey?

In Bezug auf die brechende Gewalt, die durch *I* ausgedrückt ist, zeigt sich wohl, dafs im Durchschnitte ungefähr zwei und ein halb Mal so viel Kraft erforderlich sey, um Gufseisen zu brechen, als dieses Material in der Anwendung ohne alle Gefahr tragen kann; und ferner, dafs die dem Bruch vorausgehende Beugung der Stangen etwa eben so viel gröfser, ja sogar drei Mal und noch mehr sich bedeutender als die Beugung innet der Grenzen der Elasticität zeige.

Da übrigens die höchste Genauigkeit in der Kenntnifs der Last, welche eine Eisenstange bricht, nach meiner Ansicht wohl wenig practischen Nutzen haben kann (denn wer wird wohl jemals in den Fall kommen, Eisen in dieser Beziehung anzuwenden), so gestehe ich gerne, dafs dieser Theil meiner Versuche nicht jenen Grad der Sorgfalt genossen habe, die erforderlich gewesen wäre, um alle Umstände zu entfernen, die ausser dem Gewichte den Bruch selbst bald befördern, bald verzögern könnten, z. B. kleine Erschütterungen, längeres oder kürzeres Belasten etc. Daher mag es auch kommen, dafs die Stange im siebenten Versuche, wel-

che im Verhältnifs der nützlichen Kraft unstreitig die stärkste war, doch hinter zwei anderen Stangen zurückblieb.

Der Modulus bei dem Versuche Nro. 6 ist bedeutend grofs, aber eigentlich gar nicht richtig, denn die geringe Beugung, welche diese Stange bei der Belastung erlitten hat, scheint gar nicht aus der geringen Verschiebbarkeit des Eisens in der Stange, sondern aus dem Widerstande ihrer inneren Form herzukommen, wie ich oben schon angedeutet habe; ich nahm diese Daten in Bezug auf den sechsten Versuch nur darum auf, um zu zeigen, dafs die Resultate solcher Versuche, wenn man nicht auf alle Umstände sehr genau Acht hat, sehr leicht täuschen können.

Dieses sind nun sämmtliche Arbeiten und Versuche, die ich in Beziehung auf die wichtigen Eigenschaften des nützlichsten Metalles gemacht habe, und von deren Resultaten ich immerhin glaube, dafs sie einige Aufmerksamkeit verdienen.

Jede Berichtigung, ja selbst Widerlegung meiner Ansichten wird mich als Freund der Sache stets erfreuen, und ich will mich gerne mit dem geringen Verdienste begnügen, nützliche Versuche angeregt, und dadurch das weite, ziemlich dunkle Gebiet der Kenntnifs solcher Gegenstände in meinem Vaterlande, wenn auch nur mit einem schwachen Schimmer des Lichtes, beleuchtet zu haben.

IV.

Neue und verbesserte physikalische Instrumente.

1. Luftpumpe mit zwei doppelt wirkenden Stiefeln.

Partington beschreibt in seinem im Jahre 1828 zu London herausgekommenen *Manuel of natural and experimental Philosophy, tom I, p.* 109 eine Luftpumpe, welche sich durch ihren sinnreichen Bau den Künstlern eben sowohl als jedem Kenner physikalischer Instrumente überhaupt empfehlen muſs, und ganz besonders zu schnellen Luftverdünnungen geeignet ist. Fig. 7 stellt dieses Instrument so vor, daſs man es mit seiner inneren Einrichtung und mit dem Gestelle zugleich sieht. *A* und *B* sind die zwei Stiefel, *C* und *D* die zwei Kolben mit ihren Stangen *E* und *F*. Die Stiefel stehen mit ihrem unteren Ende auf einer ebenen Bodenplatte, und sind am oberen Ende mit einer Stopfbüchse versehen, durch welche die Kolbenstangen luftdicht gehen, und die nach oben zu eine schalenförmige Vertiefung haben, um Öhl aufzunehmen. Jeder der beiden Stiefel besteht aus zwei über einander befindlichen Stücken, welche mittelst Schrauben fest verbunden sind, und mittelst eines breiten, auswärts gebogenen Randes den Zutritt der Luft in das Innere vollkommen abhalten. Der obere Theil *G* hat an der inneren und äuſseren Wand einen mit der Axe des Stiefels parallel laufenden Canal (welcher in der Zeichnung durch einen dicken schwarzen Strich bezeichnet ist), der oben und unten sich ins Innere des Stiefels mündet. Die Länge dieses Canals ist so beschaffen, daſs selbst in dem Falle, wo der Kolben den höchsten Stand

hat, die untere Einmündung frei bleibt. An der äufseren Seite jedes Cylinders laufen von oben bis unten verticale Canäle *M*, *M*, die wie Klammern oben und unten nach einwärts gebogen sind, und beiderseits mit Canälen communiciren, die ins Innere der Stiefel führen. Ein ähnlicher verticaler Canal *K* befindet sich zwischen beiden Stiefeln, und communicirt unten durch die Röhre *ff* mit dem Inneren der Stiefel, oben aber geht er in den Canal *H*, der mit dem (in der Zeichnung nicht sichtbaren) Recipienten in Verbindung steht. Seitencanäle *a* führen oben von *H* in die Stiefel.

Jeder Stiefel hat vier Klappen, deren zwei, *b* und *c*, am unteren Boden angebracht sind, und aus geöhltem Seidenzeug bestehen, wie er bei Ventilluftpumpen angewendet zu werden pflegt, während von den oberen, *d* und *e*, nur die Ventile *d* auf ähnliche Weise construirt sind; die in *e* werden durch cylindrische Stangen *L* vertreten. Die Ventile *b* öffnen sich von innen nach aufsen, und setzen den Raum des Stiefels unter dem Kolben mit der äufseren Luft in Communication, die Ventile *c* hingegen öffnen sich von aufsen nach innen, und stellen die Communication zwischen dem unter dem Kolben befindlichen Raum des Stiefels und dem Recipienten mittelst der Röhre *K* her. Die Ventile *d* öffnen sich von innen nach aufsen, und bewirken die Communication zwischen dem Raum des Stiefels über dem Kolben durch den Canal *M* mit der äufseren Luft; die Ventile *e* endlich haben die Bestimmung, durch den Wandcanal den Raum ober den Kolben mit den Recipienten zu verbinden.

Die Kolbenstangen *E* sind im unteren Theile cylindrisch ausgearbeitet, gehen aber oben in eine vierkantige gezähnte Stange über, welche in ein Zahnrad eingreift, und durch dieses bewegt werden können. Mit den Kolbenstangen sind mittelst eines zweiarmigen Hebels *h*

die Ventilstangen *L* in Verbindung gebracht, so dafs diese herabgedrückt werden, wenn jene steigen, und umgekehrt. Damit diese Bewegung zweckmäfsig vor sich gehe, ist der innere Arm des Hebels nicht unmittelbar mit der Ventilstange verbunden, sondern diese Verbindung ist durch eine Krücke *g* vermittelt. Der untere Theil dieser Krücke ist an eine Hülse *f* befestiget, die sich längs der Ventilstange, welche an dieser Stelle etwas verjüngt ist, auf und ab schieben läfst, und sich zwischen Spiralfedern befindet. Diese Spiralfedern bestimmen die Bewegung der Ventilstangen so, dafs sie zu rechter Zeit den Canal *e* öffnen und schliefsen.

Wenn nun ein Kolben im Steigen begriffen ist, so verschliefst die ihm zunächst stehende Ventilstange einen Canal *e*; die über dem Kolben dieses Stiefels befindliche Luft kann nicht in den Recipienten zurückgehen, sondern mufs durch das Ventil *d* und den Canal *M* ins Freie gelangen, während unter diesem Kolben ein leerer oder mit verdünnter Luft erfüllter Raum sich bildet, in den sich die Luft aus dem Recipienten durch *H*, *K*, *f* und das Ventil *c* ergiefst. Sinkt der Kolben, so hebt sich die Ventilstange *e*, gestattet der Luft aus dem Recipienten durch den Canal *a* den Eintritt in den Raum über dem Kolben, der luftleer oder mit sehr verdünnter Luft erfüllt ist, und die Luft unter dem Kolben wird durch das Ventil *b* ins Freie getrieben. Da nun immer einer der beiden Kolben im Sinken, der andere im Steigen begriffen ist, so wird stets ein Stiefel über, der andere unter dem Kolben Luft aus dem Recipienten schöpfen, und darum die Wirkung doppelt so grofs seyn, wie bei den gewöhnlichen Luftpumpen mit zwei Stiefeln.

Die Ventile der Luftpumpen werden bekanntlich leicht schadhaft, und man zieht darum oft sogar den zweistiefligen Pumpen die einstiefligen vor, weil in zwei

Stiefeln leichter eine Beschädigung eintritt, als in einem, und eine Verletzung in einem Stiefel die ganze Pumpe unbrauchbar macht. Von dieser Seite betrachtet hätte man daher um so mehr Grund, diese Luftpumpe einer einstiefligen nachzusetzen. Allein der Verfertiger, als welchen *Partington* den Mechanikus *Style* angibt, hat es durch eine sehr einfache Vorrichtung dahin gebracht, daſs die Pumpe augenblicklich so eingerichtet werden kann, daſs jeder Stiefel nur einfach wirkt. Wird z. B. ein unteres Ventil verletzt, so schlieſst man nur durch einen eigenen Hahn *o* den Canal *K*, und es werden die unteren Ventile ganz unthätig gemacht. Ist hingegen ein oberes Ventil verletzt, so setzt man die Hülsen *f* auſser Verbindung mit dem Hebel *h*, und dann schlieſsen die Spiralfedern durch einen abwärts gerichteten Druck die Canäle *a*, und es wirkt die Pumpe nur einseitig mit ihren unteren Ventilen.

2. *Amici's* neuere Einrichtung des zusammengesetzten dioptrischen Mikroskopes.

Mehrere französische Zeitschriften erwähnen seit einiger Zeit des *horizontalen* achromatischen Mikroskopes von *Amici* mit groſsem Lobe. Da wir kürzlich Gelegenheit hatten, eine Zeichnung dieses Instrumentes zu sehen, so theilen wir unseren Lesern in der 8ten Figur der beiliegenden Kupfertafel eine Copie derselben nebst einer kurzen Erläuterung mit.

A, *B*, *C* sind die an der unteren Seite des einen Endes einer horizontalen Röhre anzuschraubenden achromatischen Objective, deren optische Axe dem zu Folge vertical steht, und verlängert den auf dem Objecttische *F* liegenden Gegenstand trifft. Von diesen Objectiven ist entweder das schwächste *A* allein zu gebrauchen, oder es wird dieses mit dem stärkeren *B* verbunden,

oder man verbindet alle drei Objective mit einander. Die von dem Gegenstande ausgehenden und von den Objectivlinsen gebrochenen Lichtstrahlen werden, ehe sie das Bild des Gegenstandes hervorbringen, von der horizontalen Kathete eines über den Objectiven befindlichen gleichschenkligen rechtwinkligen Glasprismas aufgenommen, an der Hypothenuse desselben reflectirt, und durch die verticale Kathete dieses Prismas hindurch dem Ocularapparate *D* zugesendet. Es können daher mittelst eines Oculars durch Wechselung der Objective drei verschiedene Vergröſserungen erhalten werden, und da sich bei einem solchen Instrumente fünf Ocularaufsätze befinden, so erlaubt dasselbe funfzehn verschiedene Vergröſserungen, deren Anzahl jedoch in den meisten Fällen, weil das fünfte Ocular für die Combination der Objective *A*, *B* zu scharf, und eben so die Vergröſserungskraft des vierten und fünften Oculars jener des Objectives *A* nicht angemessen ist, sich auf zwölf reducirt.

Die Verbindung der drei Objective *A*, *B*, *C* dient nur für durchsichtige Gegenstände. Undurchsichtige Gegenstände werden mittelst der andern Objective betrachtet, und mit Hülfe eines in der Mitte durchbrochenen Hohlspiegels oder auch mit Hülfe der Linse *E* beleuchtet. Läſst man auf den zu beobachtenden Gegenstand zur stärkeren Beleuchtung desselben Sonnenstrahlen auffallen, welche der Beleuchtungsspiegel dem so eben erwähnten Hohlspiegel zusendet, so mäſsiget man die zu groſse Intensität des Lichtes durch ein unter den Objecttisch gestelltes mattgeschliffenes Glas, oder bei Betrachtung durchsichtiger Gegenstände, indem man die Vorrichtung *H* zu Hülfe nimmt, welche, wie die Figur zeigt, eine mit Öffnungen von verschiedener Gröſse versehene, um ihren Mittelpunct bewegliche Scheibe trägt, und ein

mattes Glasscheibchen, welches man vor die gewählte Öffnung setzt.

L, *M* sind zwei Mikrometerschrauben, mittelst welcher der Gegenstand zur Messung seines Durchmessers horizontal verschoben werden kann. Der ganze Objecttisch wird durch die Stellschraube *N* in der nöthigen Höhe erhalten.

Amici soll mit diesem Instrumente die Vergröfserungen bei hinreichender Deutlichkeit über das 1000fache des Durchmessers des Gegenstandes, wenn die Sehweite für das unbewaffnete Auge = 8 Zoll gesetzt wird, bringen können. Da wir durch die Leistungen des hiesigen Optikers *Plöfsl*, welcher, ohne von der Einrichtung, welche *Amici* dem Mikroskope gegeben hat, das Geringste zu wissen, seit einem Jahre gleichfalls die achromatischen Objective seiner Mikroskope mit einander verbindet (s. diese Zeitschr. B. V. S. 94 u. 140), die grofsen Vorzüge der zusammengesetzten Objective aus eigener Anschauung kennen, so bezweifeln wir diese Resultate nicht im Geringsten; übrigens überlassen wir es dem Leser selbst zu beurtheilen, ob der Lichtverlust, welchen die Anwendung des Prismas herbeiführt, durch die Bequemlichkeit der horizontalen Position des Rohres ersetzt wird, und ob es nicht zweckmäfsiger ist, dem Gestelle des Mikroskopes, wie es Herr *Plöfsl* thut, eine Einrichtung zu geben, welche das Rohr, wenn man keine Flüssigkeit untersucht, wozu starke Vergröfserungen ohnehin nicht tauglich sind, nach Belieben vertical, schief und horizontal zu stellen gestattet.

V.

Fortschritte der Physik in der neuesten Zeit.

A. Allgemeine Physik.

Über den Ausfluſs und den Druck des Sandes. Von *Huber-Burnand*.

(Bib. univ. Janv. 1829, p. 22.)

Huber-Burnand hat vor zwei Jahren der physikalischen und naturhistorischen Gesellschaft zu Genf einen Windmesser mitgetheilt, bei welchem die Stärke und Dauer des Windes durch die Menge des Sandes gemessen wurde, welche aus einer Öffnung, die sich nach Verhältniſs des Windes vergröſserte oder verkleinerte, ausfloſs. *Prevost* veranlaſste den Einsender erst noch einige Versuche über die Gesetze des Sandausflusses anzustellen, um gewiſs zu seyn, ob sich der Sand nicht bis zu einer bestimmten Grenze wie beim Ausflieſsen wie eine tropfbare Flüssigkeit verhält. Dasjenige nun, was diese Versuche gelehrt haben, folgt hier in Kürze.

Bei Versuchen über den Ausfluſs des Sandes ist die Beschaffenheit des letzteren von groſsem Belange. Soll der Ausfluſs nur einiger Maſsen regelmäſsig vor sich gehen, so muſs der Sand sorgfältig gesiebt aber doch nicht so fein seyn, wie der sogenannte Guſssand, der immer in Absätzen ausflieſst. Ziegelsand, durch ein Musselinsieb getrieben, das innerhalb eines Centimeters 15 — 18 Fäden hat, leistet dieselben Dienste. Die Ausfluſsöffnung muſs wenigstens 2 Millimeter breit seyn. Zu den Versuchen wurden zwei hölzerne Gefäſse gebraucht, deren eines 8 Decim. hoch und 3 Decim. lang, das andere 12 Decim. hoch und 1 Decim. lang war. Oben wa-

ren beide offen, am Boden hatte jedes eine Vorrichtung, um die Öffnung nach Belieben vergröſsern und verkleinern zu können. Die Ränder der Öffnung waren sehr dünn zugearbeitet. Eine gute Secundenuhr diente zum Zeitmesser, eine sehr genaue Wage zur Gewichtsbestimmung, und eine graduirte Glasröhre zur Ausmittelung des Rauminhaltes des Sandes.

In Betreff des Sandausflusses ergab sich das merkwürdige Resultat, daſs die in einer bestimmten Zeit ausflieſsende Sandmenge dem Volumen und dem Gewichte nach von der Höhe der über der Öffnung befindlichen Sandsäule gänzlich unabhängig ist. Bei den verschiedenen Versuchen, wovon jeder etwa 3 Minuten dauerte, wurden Sandsäulen angewendet, deren eine die andere zehn Mal an Höhe übertraf, und doch ergab sich bei allen dasselbe Resultat. Die durch eine 2 — 3 Millim. weite Öffnung ausflieſsende Sandmenge stand im geraden Verhältnisse mit der Länge der Öffnung, aber bei der geringsten Änderung ihrer Breite änderte sich die Ausfluſsmenge in einem gröſseren Verhältnisse, als in welchem sich der Querschnitt der Öffnung geändert hatte. Durch eine Seitenöffnung flieſst der Sand wie durch eine Bodenöffnung aus, und auch hier ist die Ausfluſsmenge von der Höhe der Sandsäule unabhängig. Wenn aber der Durchmesser der Öffnung nicht gröſser ist, als die Dicke der Seitenwand, so flieſst kein Körnchen heraus, die Sandsäule mag was immer für eine Höhe haben. Auch der Druck, den man auf den Sand von oben ausübt, bewirkt keine gröſsere Ausfluſsmenge, wenigstens zeigten Eisenmassen von 12 — 25 Kilogramm, die man bei den Versuchen anwendete, keinen Einfluſs. Ein gerade über der Bodenöffnung senkrecht in den Sand gestellter Stab sank mit dem Sande in vollkommen gleichförmiger Bewegung, ohne sich nur im Geringsten auf

die eine oder andere Seite zu neigen. Ein 38 Centim. langer Stab sank in einer Secunde oder in einer Minute um 1 Centim., wie man es wollte. Ein in den Kasten gestelltes Schaufelrad, dessen Axe durch die Gefäſswand ging, und mit einem Zeiger versehen war, drehte sich äuſserst regelmäſsig, aber sehr langsam. Ein Stab, der auſserhalb des Mittelpunctes der Bewegung, und einer Seitenwand näher war als der gegenüberstehenden, neigte sich sehr gleichförmig wie ein Uhrzeiger, sank aber dabei, und näherte sich dem Mittelpuncte der Bewegung. Es hängt die Geschwindigkeit, mit welcher sich ein solcher Stab bewegt, von dem Orte, den er im Sande einnimmt, und von der Gröſse der Ausfluſsöffnung ab, und steht wahrscheinlich mit dem Verhältnisse der in einer bestimmten Zeit ausflieſsenden zu der im Gefäſse zurückbleibenden Sandmenge in Verbindung. Nach des Verfassers Meinung dürfte man schwerlich eine Naturkraft finden, die eine so vollkommen gleichförmige, von der Schwere, der Reibung und dem Luftwiderstande unabhängige Bewegung hervorbringt, wie sie beim Ausfluſs des Sandes Statt findet.

Auſser dem Ausflusse des Sandes wurde auch noch dessen Bewegung über eine schiefe Ebene untersucht. Zuerst wurden einzelne Sandkörner auf eine Ebene gelegt, die sich nach Belieben gegen den Horizont neigen lieſs. Sie gleiteten erst bei einem Erhöhungswinkel von 30° hinab, nur einige brauchten dazu einen Winkel von 40°. Auch die Oberfläche des Sandes war nach Abfluſs eines Theiles desselben nicht horizontal, sondern unter 30—33°, selten unter 35° geneigt.

Beim Druck verhält sich der Sand auf eine eigene Weise. Es wurde ein Ey in einem mit Sand gefüllten Gefäſse einige Zoll hoch mit Sand bedeckt, und auf denselben ein Gewicht von 25 Kilog. gegeben. Das Ey

blieb unversehrt. Dasselbe fand Statt, als der Sand durch eine Ausflufsöffnung abfliefsen konnte, und sich so die ganze Masse mit dem Ey senkte. Es verhält sich demnach hier der Sand wie eine Flüssigkeit, und ein einseitiger Druck pflanzt sich auch in diesem nach allen Richtungen gleichmäfsig fort.

Um den Bodendruck des Sandes kennen zu lernen, wurden mehrere Versuche angestellt, von denen hier nur zwei angeführt werden sollen, welche hinreichend darthun, wie sich die Sache verhält.

In ein zweiarmiges Communicationsgefäfs wurde Quecksilber gegossen, und als dieses sich ins Gleichgewicht gesetzt hatte, die Höhe der flüssigen Säule genau notirt. Hierauf wurde in einen Arm Sand gegeben, und man hätte erwarten sollen, dafs durch den Druck desselben das Quecksilber im anderen Arme zum Steigen gebracht werden müsse. Allein die Erfahrung lehrte das Gegentheil, und das Quecksilber behauptete seinen alten Platz unverändert. Man nehme eine beiderseits offene, etwa 1 Zoll weite und beliebig lange Röhre, drücke an ein Ende derselben ein Blatt feines Papier an, um die Form des Bodens darauf abzudrücken, ziehe es hierauf weg, benetze es etwas mit Wasser, und klebe es so auf den Rand der Öffnung. Wird nun die Röhre mit Sand gefüllt, während sie auf einer festen Unterlage ruht, und dann sachte weggehoben, so vermag der Druck des Sandes nicht einmal das Papier, welches doch nur schwach am Boden klebt, wegzutreiben und heraus zu fliefsen.

B. Electricität.

1. Versuche über electrische Leitung. Von *Ritschie.*

(*Phil. transact.* 1828. *P. II.*, *p.* 373)

Ritschie hat eine Reihe von Versuchen angestellt, um das Verhalten der Körper gegen die Electricität in Betreff der Leitungsfähigkeit der letzteren genauer auszumitteln, und unseren bisherigen Ansichten über diesen Gegenstand entweder eine andere Richtung zu geben, oder sie zu bekräftigen. Diese Versuche sollen hier in Kürze angegeben werden:

1. Es wurden an zwei Thermometerröhren Kugeln mit sehr dünnen Wänden angeblasen, in jede derselben ein Draht gesteckt, dessen Ende der inneren Kugelwand möglichst nahe war, und dann beide Glasstücke zusammen geschmolzen, um auf diese Weise einen von Glas umgebenen electrischen Leiter zu erhalten. Wurde nun eine der zwei Kugeln in die Nähe des Conductors einer Electrisirmaschine gebracht, so gingen von demselben in die eine Kugel Funken über, und konnten aus der zweiten vom Conductor abgewendeten eben so gezogen werden, als wenn die Glashülle gar nicht vorhanden wäre. Waren die Glaskugeln so dick, wie gewöhnliche Thermometerkugeln, und wurden aus einer Stelle mehrere Funken gezogen, so nahmen sie nahe immer denselben Weg. Daraus schloſs *Ritschie*, das Glas sey durchbohrt worden; doch konnte er mit freiem Auge keine Öffnung entdecken. Wurden aber die zwei Glasröhren aus einander genommen, aus einer mittelst Hitze die Luft vertrieben, und das offene Ende in Quecksilber getaucht, so stieg dieses zwar anfangs, sank aber bald wieder herab, zum Beweise, daſs das Glas doch eine, wenn auch nur sehr kleine Öffnung haben muſste, und

daher beim vorigen Versuch die Electricität wirklich durch diese an den metallenen Leiter gelangt seyn mag. Eine Wiederholung dieses Versuches mit möglichst dünnen Glaskugeln lieferte aber den Beweis, daſs die Electricität durch das Glas geht, ohne es zu durchbohren.

2. Einer Leidnerflasche, die sich unter dem Recipienten einer Luftpumpe befand, kann man mittelst einer Electrisirmaschine eine desto stärkere Ladung ertheilen, je dichter die im Recipienten befindliche Luft ist. Bei verdünnter Luft ist diese Ladung stets nur schwach, und bei einem gewissen Grade der Verdünnung, wo nämlich der Luftdruck der Repulsivkraft der Theile des electrischen Fluidums das Gleichgewicht hält, läſst sich der Flasche gar keine Ladung mehr beibringen. Dieses beweiset die Richtigkeit unserer Ansicht, nach welcher die Luft das Ausströmen der Electricität eben so verhindert, wie das Ausstrahlen der Wärme und das Entstehen der Dünste.

3. Setzt man das eine Ende eines Eisenstabes mit dem Conductor oder den Reibzeugen einer Electrisirmaschine in Verbindung, und bringt das andere desselben zum Weiſsglühen, so flieſst durch ihn die positive sowohl als die negative Electricität in einem ununterbrochenen Strom in eine nahe Metallkugel ab. So wie die Stange in die Rothglühhitze übergeht, wird die Continuität des Stromes unterbrochen und in eine schnelle Aufeinanderfolge kurzer Funken verwandelt, und dieses desto mehr, je stärker die Stange auskühlt. Hier vertritt die Hitze die Stelle der Luftpumpe, und verdünnt die Luft, eben so wie dieses im vorhergehenden Versuche letztere that.

4. Dasselbe beweisen auch noch folgende Versuche: Man nehme zwei Eisenstäbe, mache von jedem ein Ende weiſsglühend, und bringe beide in dieselbe

Richtung so, daſs die erhitzten Theile einander zugewendet sind, aber um eine gewisse Gröſse von einander abstehen. Werden nun die kalt gebliebenen Enden dieser zwei Stangen mit den zwei Belegungen einer geladenen Leidnerflasche verbunden, so erfolgt eine Entladung derselben, selbst wenn die heiſsen Enden eine Entfernung von einander haben, bei welcher die Ausladung der Flasche durch die kalten Stäbe unterbleibt.

5. Man stelle die Enden zweier Metalldrähte in eine lange, durch ein Löthrohr angefachte Flamme, und bringe die zwei anderen Enden mit einer Leidnerflasche in Verbindung. Die Entladung der Flasche wird nicht unterbleiben. Hier befinden sich nämlich die zwei heiſsen Drahtenden da, wo die Flamme einen hohlen, mit verdünnter Luft erfüllten Kegel bildet. Man braucht darum, setzt *Ritschie* hinzu, die Flamme nicht als eigentlichen Leiter der Electricität im gewöhnlichen Sinne dieses Wortes zu betrachten, sie ist dieses nur, weil sich in ihr eine Art Vacuum bildet. Ob man aber mit dieser Ansicht *Ritschie's* das einpolige Leitungsvermögen der Flammen vereinigen kann? *(B.)*

Ein ähnliches Phänomen tritt manchmal bei vulcanischen Entladungen ein. Man bemerkt nämlich oft, daſs während eines Gewitters, das einen solchen Ausbruch begleitet, der Blitz in die Flamme oder in die geschmolzene Lava hineinfährt, als würde er davon angezogen.

Bekanntlich werden auch schlechte Leiter durch Hitze in bessere verwandelt. Dieses ist z. B. bei Glas der Fall, und *Ritschie* meint, es rühre dieses davon her, daſs kaltes Glas eine starke Anziehung zum electrischen Fluidum habe. Sobald es aber erhitzt, d. h. mit Wärme gesättiget ist, die wenigstens als ein Bestandtheil *(ingredients)* der Electricität angesehen werden muſs, so ist auch jene Anziehung zur Electricität geringer, und

es gestattet demselben einen freien Durchgang. Auf die Leitungsfähigkeit guter Leiter hat die Wärme nur geringen Einfluſs, weil ihre Anziehung zur Electricität ohnehin nur gering ist; übrigens muſs die Leitungsfähigkeit aller Körper durch die Wärme zunehmen. Dieses hat *Marianini* für Flüssigkeiten nachgewiesen, und *Ritschie* will es bei Leitern aller Art bemerkt haben. Die Erfahrungen *Davy's*, nach welchem die Wärme die Leitungsfähigkeit der Metalle schwächt, glaubt *Ritschie* aus einem Electricitätsverluste durch die verdünnte Luft erklären zu können, besonders wenn man sich dünner Metalldrähte bedient. Obige Ansicht dürfte wohl Wenigen genügen, da sie nur auf Voraussetzungen über die Natur der Electricität beruht, die sich schwerlich nachweisen lassen dürften, und durchaus nicht geeignet ist, mehr Klarheit in die Sache zu bringen.

6. Daſs Metalle durch Erhitzung bessere Leiter werden, sucht *Ritschie* auf folgende Weise zu zeigen: Man bringe einen Eisendraht in die Form, welche Fig. 9 vorstellt, versehe ihn in *B* und *C* mit Metallkugeln, lasse ihn aber in *A* in eine Spitze auslaufen. Man ziehe ferner eine Glasröhre in ein 6 Zoll langes Stängelchen aus, und hänge dieses mittelst eines Glasfadens auf, so daſs es zwischen *B* und *C* schwebt. Nun erhitze man *AB* in der Mitte, bringe den Apparat auf einem isolirenden Gestelle mit *A* in die Nähe des Conductors einer Electrisirmaschine, drehe aber mittelst des verticalen Fadens den Glasstab so, daſs *D* von *B* mehr als von *C* angezogen wird, fahre fort, die Maschine in Bewegung zu setzen, und beobachte, was während des Erkaltens von *AB* erfolgt. Man wird finden, daſs *D* von *B* immer weniger angezogen wird.

7. Um die Wahrheit, daſs Metalle durch Erhitzung an Leitungsfähigkeit gewinnen, ganz auſser Zweifel zu

setzen, wurde noch folgender Versuch angestellt. Man bringe die Stelle *E* des Drahtarmes *AB* zur Rothglühhitze, bringe in die Nähe von *B* und *C* zwei mit der Erde leitend verbundene Metallkugeln, so daſs in beide die Electricität, welche durch *A* in den Apparat gelangt, gleich stark übergeht. Beim Erkalten von *E* hört die Electricität auf durch *B* abzufliesſen, und geht ungetheilt durch *C*. Stellt man die Metallkugeln anfangs so, daſs alle Electricität durch *B* abfliesſt, so werden sich beim Erkalten von *E* auch zwischen *C* und der ihm gegenüberstehenden Kugel Funken zeigen, und in Kurzem hört der Strom von *B* ganz auf, und alle Electricität fliesſt durch *C* ab.

8. Um ein ähnliches Verhalten der magnetischen Leitungsfähigkeit zu zeigen, stellte *Ritschie* eine Magnetnadel zwischen eine Eisengabel, wie Fig. 9, deren ein Schenkel weiſsglühend gemacht ward, und brachte am anderen Ende einen Hufeisenmagnet an. Die Erfahrung lehrte, daſs die Anziehung oder Abstoſsung der Magnetnadel am gröſsten war, wenn der Stab roth glühte, und abnahm, so wie seine Temperatur sich verminderte.

2. Untersuchungen über die Ursache der *Volta*'schen Electricität. Von *La Rive*.

(Ann. de Chim. et de Phys. Tome 39, p. 297.)

Die Leser dieser Zeitschrift kennen schon aus dem 4. Bande, S. 454 derselben eine Arbeit von *La Rive*, in welcher untersucht wird, ob die Berührung zweier heterogener Substanzen die eigentliche Quelle der Electricität, welche in einem solchen Falle auftritt, ist, oder ob sie von anderen, der Berührung völlig fremden Ursachen herrühre, und aus welcher der Verfasser das Resultat zieht, es rühre die Electricität von einer mit der Berührung zugleich eintretenden chemischen Wir-

kung her. Allein diese Untersuchung bezog sich blofs auf das Daseyn eines electrischen Stromes, und zwar auf den speciellen Fall, wo dieser durch zwei heterogene Metalle, die in eine und dieselbe Flüssigkeit getaucht wurden, erregt ward. In gegenwärtiger Denkschrift wird die Untersuchung viel allgemeiner angestellt, und zwar 1) auf die Electricität im Gleichgewichte (electrische Spannung), 2) auf die in Bewegung (electrischen Strom) bezogen. Der electrische Strom selbst kann auf verschiedene Weise bei Berührungen erregt werden, und zwar unterscheidet *La Rive* drei Fälle: *a*) wo die homogenen Enden des Multiplicators, der zu solchen Versuchen dient, in zwei verschiedene Flüssigkeiten eingetaucht werden, die mit einander in leitender Verbindung stehen; *b*) wo jedes derselben, sie mögen homogen oder heterogen seyn, in eine besondere Flüssigkeit getaucht wird, und beide Flüssigkeiten selbst unter einander communiciren; endlich *c*) wo die homogenen oder heterogenen Metalle, die den Strom zu liefern bestimmt sind, in dieselbe Flüssigkeit gesenkt sind. Der letztere Fall ist eigentlich derjenige, welcher im früheren Mémoire untersucht wurde, und für den sich das Resultat ergab, dafs stets das am meisten angegriffene Metall positiv, das andere negativ electrisch wurde. Darum wollen wir ihn hier übergehen.

Von den zwei aus Platin bestehenden Enden des Multiplicators wurde eines in Salpetersäure, das andere in eine concentrirte Kalilösung getaucht, und das Alkali mit der Säure durch einen mit schwefelsaurer Soda angefeuchteten Amianth- oder Baumwollenfaden in Verbindung gesetzt, und so die Kette geschlossen. Es zeigte sich ein Strom, der die Magnetnadel um mehrere Grade ablenkte. Wiewohl es da den Anschein hatte, als fände keine chemische Wirkung Statt, weil die schwefelsaure

Soda weder durch die Salpetersäure, noch durch das Kali zersetzt werden kann; so ersteht doch der Strom durch die vereinte Wirkung der zwei Stoffe auf die Salzlösung. Es wird allerdings die Stärke dieses Stromes durch die Verbindung des Alkali mit der Säure, die vom Verbindungsfaden eingesaugt werden, und sich daselbst begegnen, bedeutend erhöht, aber im ersten Augenblicke kommt die entwickelte Electricität nur auf Rechnung der zwei genannten Ursachen, und man kann das Eintreten der letzteren verhindern, wenn man einen Verbindungsfaden von solcher Länge wählt, daſs sich die zwei Substanzen in demselben nicht begegnen können. In diesem Falle bleibt der Strom auch immer sehr schwach. Daſs dieser wirklich von der Wirkung des Alkali und der Säure auf die Salzlösung herrühre, beweisen mehrere Umstände, und zwar: 1) daſs man einen Strom von derselben Richtung erhält, man mag statt der Säure oder statt des Alkali schwefelsaure Sodalösung wählen; 2) daſs dieser Strom desto intensiver ist, je leichter diese Salzlösung zersetzt werden kann; 3) daſs der Strom nie lange Zeit hindurch dieselbe Stärke beibehält, sondern successiv abnimmt, und zwar desto schneller, je lebhafter die chemische Wirkung ist. Aus diesen und vielen anderen Erscheinungen geht hervor, daſs die Berührung bei der Erregung electrischer Ströme durch Einwirkung zweier Flüssigkeiten auf einander nicht in Betracht kommt, und daſs diese der chemischen Wirkung allein zugeschrieben werden muſs. Der Strom geht immer durch den Verbindungsfaden vom Alkali oder von den Basen zur Säure, und Salzlösungen spielen die Rolle der Basen gegen die Säuren, und umgekehrt. Scheinbare Ausnahmen rühren von zufälligen Einwirkungen, z. B. von der Wärme etc., her.

Bei einem Strome, welcher durch Einsenkung ho-

mogener oder heterogener Metalle in verschiedene direct mit einander verbundene Flüssigkeiten hervorgebracht wird, kann es geschehen, dafs das am meisten angegriffene Metall nicht dem allgemeinen Gesetze zu folgen scheint, indem es nicht positiv electrisch wird. Dieses ist z. B. der Fall, wenn man in einen Schenkel einer heberförmig gebogenen Röhre concentrirte Schwefelsäure, in den andern Salpetersäure gibt, und sorgt, dafs sie sich nur berühren, nicht mischen, hierauf aber in die Schwefelsäure das Zinkende, in die Salpetersäure das Kupferende des Multiplicators taucht. Denn da wird wohl das Kupfer am meisten angegriffen, und erscheint doch negativ electrisch. Es hat daher den Anschein, als wäre die Electricität durch Berührung erregt worden. Gegen diese Meinung führt *La Rive* an, dafs dieselbe Erscheinung Statt habe, wenn man zwei homogene Metalle anwendet. So erscheint von zwei Kupferplatten die in die Schwefelsäure gesenkte positiv, und bei Anwendung zweier Zink-, Eisen-, Zinn-, Silberplatten etc. erfolgt dasselbe. Die Erklärung dieses Phänomens ist folgende: Die zwei electrischen Principe, welche am Metall in der Salpetersäure getrennt worden sind, können sich entweder unmittelbar wieder vereinigen, oder durch den Schliefsungsdraht einander entgegen kommen. Im gegenwärtigen Falle macht die Leichtigkeit, mit welcher die Electricität von der Salpetersäure in das Metall, und die Schwierigkeit, mit welcher sie vom Metall in die Schwefelsäure übergeht, dafs der gröfste Theil derselben unmittelbar mit seinem Gegenprincipe sich vereiniget, und nur eine geringe Menge derselben durch den Schliessungsdraht geht. Aus demselben Grunde folgen die durch Berührung der Schwefelsäure und des Metalls erregten electrischen Principe gröfstentheils dem Multiplicator, als den Weg, welchen sie leichter einschlagen können,

weil sie da nur durch das Metall in die Salpetersäure gehen dürfen, nicht aber vom Metall in die Schwefelsäure. Daher wird der Multiplicator nur von einem Strom afficirt, der die Differenz zweier anderer in entgegengesetzter Richtung gehender Ströme ist, wovon jener die geringere Intensität hat, welcher in der Schwefelsäure erregt wird. Können beide Ströme durch den Schliessungsdraht gleich leicht sich bewegen, so gewinnt der in der Salpetersäure erregte das Übergewicht, und die Richtung des Stromes im Multiplicator erscheint der vorhin bemerkten entgegengesetzt. Überhaupt mufs im Allgemeinen bemerkt werden, dafs die durch chemische Wirkung erregte Electricität viel intensiver ist, als man gewöhnlich glaubt; denn die durch den Multiplicator angezeigte Electricität ist nur ein sehr geringer Theil derjenigen, die wirklich hervorgebracht ist, ein grofser Theil derselben wird der Untersuchung durch Wiedervereinigung der zwei durch die chemische Wirkung getrennten Principe entzogen. Dadurch kommt man natürlich auf den Schlufs, dafs eine sehr schwache und kaum wahrnehmbare chemische Wirkung merkliche Spuren von Electricität erregen kann, sobald der Wiedervereinigung der electrischen Principe die Umstände nicht günstig sind.

Bei Versuchen mit zwei Flüssigkeiten kann durch gegenseitige Berührung derselben ein electrischer Strom erregt werden, der von der chemischen Wirkung der Flüssigkeiten auf die Metalle unabhängig ist. Um diesem Übelstande auszuweichen, und die Wirkung der ersteren Ursache völlig zu bestimmen, gibt man jede Flüssigkeit in ein eigenes Gefäfs; beide werden durch einen homogenen oder heterogenen Metallbogen verbunden, um dessen Wirkung es sich handelt, und in sie werden die aus Platin bestehenden Enden des Multiplicators ge-

taucht. Auf diesem Wege gelangte man bei der Anwendung der Schwefel- und Salpetersäure zu demselben Resultate, wie vorhin. Hier ist zwar die Wirkung der zwei Flüssigkeiten auf einander gegen die andere fast verschwindend klein; man kann sich aber von ihrem Daseyn doch überzeugen, und der von ihr abhängige Strom hat immer eine solche Richtung, daſs die Salpetersäure gegen die Schwefelsäure die Rolle einer Base spielt. In Fällen, wo z. B. diese zwei Flüssigkeiten aus einer Salzlösung und einem Alkali bestünden, oder aus einem Alkali und einer Säure, würde man den von ihrer gegenseitigen Berührung abhängigen Strom nicht mehr vernachläſsigen können, er könnte sogar über den anderen die Oberhand gewinnen; darum muſs man stets die zweite Versuchsmethode anwenden, wo der Strom bloſs von der Wirkung der Flüssigkeit auf das Metall abhängt. Die verschiedenen Resultate, zu denen man auf diesem zweiten Wege gelangt, zeigen zwar, daſs es auſser dem schon erwähnten Falle noch mehrere andere gebe, in welchen von zwei homogenen oder heterogenen Metallplatten, die zusammen einen *Volta*'schen Bogen bilden, die am wenigsten angegriffene positiv ist; allein directe Versuche beweisen, daſs die beim ersteren als Beispiel angenommenen Falle gegebene Erklärung dieser Anomalien auch in allen andern Fällen statthaft sey.

In die Reihe dieser Thatsachen gehört ein Versuch von *Berzelius*, den sein Name sowohl als die Folgerungen, die er hieraus zu Gunsten der Berührungstheorie gezogen, eben so wichtig als einer aufmerksamen Prüfung würdig machen. Mehrere Schalen werden zur Hälfte mit einer concentrirten salzsauren Kalklösung, und zur Hälfte mit einer Schichte sehr verdünnter Salpetersäure gefüllt, die sich wegen ihrer geringen Dichte mit der Salzlösung nicht mischt, und stets den obersten Platz

einnimmt. Kupferbogen, die an einem Ende in ein kleines Zinkstückchen auslaufen, dienen, die Schälchen zu verbinden, und sind dergestalt angeordnet, daſs das Zinkende ganz in die Salzlösung getaucht ist, während das Kupferende bloſs in der Salpetersäureschichte der folgenden Schale steht.

Dieser Becherapparat entwickelt einen Strom, in dem das Zinkende, obgleich kaum oder wenigstens viel schwächer angegriffen als das Kupferende, sich gegen letzteres positiv verhält. Man kann sich leicht überzeugen, daſs der gröſsere Theil des Stromes aus der Wechselwirkung der zwei sich berührenden Flüssigkeiten entspringe, welche einen Strom erzeugt, der von der Salzlösung zur Säure überflieſst, so daſs es den Anschein gewinnt, er gehe vom Zink aus, und ströme durch die trennenden Flüssigkeiten hindurch dem Kupfer zu. Und wirklich, wenn man statt heterogener Bogen homogene aus Platin, Kupfer oder Zink anwendet, und auf dieselbe Weise anordnet, erhält man einen dieselbe Richtung nehmenden Strom, der beim Platin und Kupfer schwächer, beim Zink wegen der gröſsern Leitfähigkeit dieses Metalls stärker erscheint. Ein anderer Beweis dafür, daſs es die Wechselwirkung der zwei Flüssigkeiten sey, der man den gröſsten Theil des Stromes anrechnen müsse, liegt darin, daſs wenn man den Apparat so einrichtet, daſs sie nicht mehr auf einander einwirken können, der Strom sehr geschwächt, und beinahe ganz vernichtet wird. Auch darf man bei der Würdigung der Quellen, denen der Strom seinen Ursprung verdankt, des Antheiles nicht vergessen, den die Einwirkung der zwischen den zwei über einander gelagerten Flüssigkeiten befindlichen Schichte von Königswasser auf jene Metallplatte, deren Ende bis in die Salzlösung reicht, an seiner Erzeugung haben kann; um so mehr,

da eben diese Platte sich stets positiv gegen die andere verhält. Noch vieles anderes läſst sich gegen *Berzelius* einwenden; aber *La Rive* meint, schon die Thatsache allein, daſs man mit homogenen Bogen einen ähnlichen, bald stärkern, bald schwächern, und derselben Richtung folgenden Strom, als mit heterogenen Bogen bekommt, zeige, daſs es gewiſs nicht die Berührung der zwei Metalle sey, der man bei *Berzelius's* Versuche die Electricitätserregung zuschreiben könne.

Noch wurden Versuche angestellt über den Einfluſs, welchen die Temperatur der in eine Flüssigkeit getauchten Platte auf das Überströmen der Electricität aus der Platte in die Flüssigkeit nimmt. Mehrere Versuche mit Platin- und andern Metallplatten, die man in schwach gesäuertes Wasser setzte, zeigten, daſs wenn man mittelst einer Alkohollampe jenen Theil der Platte, welcher dem eingetauchten Stücke am nächsten lag, so stark als möglich erhitzte, die Intensität eines von einer Platte zur andern durch die Flüssigkeit übergeleiteten Stromes sich um mehr als das Zweifache vermehrte, vorausgesetzt, daſs der Strom eine solche Richtung hatte, daſs er von der Flüssigkeit aus in das erhitzte Metall überging; denn im Gegentheile stieg die Intensität nicht im mindesten, wenn der Strom vom erhitzten Metall aus-, und erst dann in die Flüssigkeit überging. Mit andern Worten: die negative, nicht die positive Platte muſs erhitzt werden, wenn die Intensität gesteigert werden soll. Man hat sich auch überzeugt, daſs diese Wirkung nicht aus der Temperaturerhöhung der ganzen flüssigen Masse, noch aus der Erzeugung eines neuen zu dem durch die Säule erzeugten hinzutretenden Stromes entspringe, denn man erhält weder eine Vermehrung noch eine Verminderung der Intensität, wenn man die Platte, aus welcher der Strom hervortritt, erhitzt; auch kann

man eine grofse Flüssigkeitsmenge, so dafs man ihre Temperatur für constant annehmen kann, oder zugleich die positive Platte, von welcher der Strom ausgeht, und die negative Platte, in welche er zuletzt tritt, erhitzen, ohne andere, als die bisher angeführten Resultate zu erhalten. Diese Erscheinung verdient schon darum einige Aufmerksamkeit, weil sie einen Zusammenhang zwischen der Richtung des Stromes und jenen Umständen, welche auf seine Intensität Einflufs haben, nachweist.

Bei den Untersuchungen über die Quelle der *Volta*'schen Electricität im Gleichgewichte mufs man unterscheiden, ob in die Apparate, die zur Entwickelung der Electricität dienen, eine Flüssigkeit kommt, oder sie blofs aus starren Elementen zusammengesetzt sind.

Was die Versuche mit blofs starren Elementen betrifft, zeigt eine detaillirte Prüfung, dafs keiner derselben, ob man sich nun eines Frosches oder eines Condensators als Zeiger bediente, ein reines Resultat gebe, und dafs man vielmehr bei allen mehr oder weniger den Einflufs verschiedener Berührungsursachen anerkennen mufs; allein diese Prüfung hier ganz durchzuführen, kostete zu viel Raum, und wir müssen uns begnügen, die Resultate anzuführen, welche wir den Bestrebungen *La Rive's* zur Lösung des grofsen Problems, das alle vorhergehenden Forschungen unentschieden zurückgelassen, zu verdanken haben.

Berührt man den Deckel eines Condensators aus Messing mit einem reinen Zinkstreifen, so findet man ihn nach der Berührung mit negativer Electricität geladen, diefs ist der bekannte *Volta*'sche Versuch. Allein unabhängig von der Berührung verdienen zwei Umstände eine aufmerksame Prüfung: die chemische Einwirkung der Feuchtigkeit der Hand, mit der man das Zink hält, auf dasselbe, und die chemische Wirkung des Oxygens

und der Wasserdünste der Atmosphäre auf die ganze oxydirbare Oberfläche. Vom Einflusse des *ersten* Umstandes kann man sich leicht dadurch überzeugen, daſs man den Zinkstreifen statt mit der Hand mittelst einer hölzernen Zange festhält; alsogleich vermindert sich bei gleichen Umständen die Menge der entwickelten Electricität. Befeuchtet man dagegen die Finger, mit denen man das Zink hält, mit irgend einer Säure oder Salzlösung, so erscheinen die electrischen Anzeichen um vieles stärker. Nur darf man, wenn der Versuch gelingen soll, die Finger nicht zu sehr benetzen, weil sonst die dünne Oxydschichte, die sich bildet, feucht werden, und daher die beiden aus der chemischen Wirkung entwickelten electrischen Fluida, nur durch einen guten Leiter von einander getrennt, sich vereinigen und neutralisiren würden, während die Oxydschichte, wenn sie trocken ist, als isolirende Fläche dient, so daſs die negative Electricität sich über den Condensator verbreitet, indeſs die positive durch die Hand, welche ihr als Leiter dient, wegströmt. Um den Einfluſs des zweiten Umstandes, nämlich der chemischen Einwirkung des umgebenden Mittels, zu erforschen, halte man den Streifen wieder mit einer hölzernen Zange, da sieht man deutlich, daſs schon der Hauch des Athems und noch mehr die Dünste, welche aus mit Salz- oder Salpetersäure gefüllten Schalen, die man unterhalb des oxydirbaren Metalls hinstellt, aufsteigen, die Menge der entwickelten Electricität beträchtlich vermehren; und man hat doch nur eine chemische Wirkung angewendet, die nur wenig stärker als jene ist, welche die bloſse atmosphärische Luft und ihre Wasserdünste ausüben. Diese stellt man auf eine vollkommene Art an, wenn man die oxydirbare Metallplatte in das Innere einer Röhre stellt, in der man einen leeren Raum erzeugen, und in die man verschie-

dene Gase leiten kann, sie an einem ihrer Enden in die durch die Lederbüchse gehende Messingstange stark einzwängt, während das andere Ende von einer Holzzange gehalten wird, die bis außer der Röhre sich verlängert. In der Hand hält man die Verlängerung der Holzzange, und mit der Messingstange berührt man den Deckel des Condensators. Ist der Metallstreifen wohl vom Roste befreit, und leitet man mit vieler Sorgfalt getrocknetes Stickstoff- oder Wasserstoffgas in die Röhre, so erhält man gar keine Anzeichen von Electricität; während man sie alsogleich bemerkt, wenn das Gas feucht ist, oder man atmosphärische Luft, Sauerstoff- oder Chlorgas hineingeleitet hat. Am stärksten zeigt sich die Divergenz der Goldblättchen am Electrometer beim Chlor; nur muſs man die Vorsicht gebrauchen, das Chlor wohl zu trocknen, weil Feuchtigkeit die Wiedervereinigung der electrischen Fluida sehr befördert. — Analoge Erscheinungen hat man bei den verschiedensten Metallen und in den ungleichartigsten Mitteln erhalten; aber die merkwürdigsten haben sich beim Kalium und Sodium gezeigt. Ein Stück des einen oder des andern dieser Metalle wird mit einem Ende an eine Platinzange unveränderlich befestiget, während man es am andern Ende mit einer Holzzange hält. Hat man es wohl vom Roste befreit, umgibt es mit sehr reinem Bergöhl, und berührt mit dem Ende des Platins den Deckel des Condensators, so zeigt sich kein Anzeichen von Electricität; hat man aber das Bergöhl hinweggenommen, und sind auch in der Nähe des Metalls keine Dünste davon zurückgeblieben, so sieht man, wie sich dieses in der Berührung mit der Luft schnell oxydirt, und das Electroskop die lebhaftesten Anzeichen gibt, ja kaum ist der Condensator nöthig, um es empfindbar zu machen. Zwar bemerkt man manchmal auch dann einige electrische Anzeichen, wann

das Sodium oder Kalium sich im Bergöhl befindet; allein diefs rührt davon her, dafs in das Öhl etwas Feuchtigkeit gerathen ist, welche an der Oberfläche der zwei Metalle adhärirt, und chemisch auf sie einwirkt, wie man leicht bemerken kann. In Stickstoff- und Wasserstoffgas gestellt, fand bei den zwei Metallen gegen die obige allgemeine Regel eine Electricitätsentwickelung Statt, sey es, dafs die Gase selbst auf sie einwirkten, oder dafs Wasserdünste vorhanden waren, von denen es so schwer ist, die Gase ganz zu befreien. Dafs aber eine solche chemische Einwirkung vorhanden war, ersieht man daraus, dafs ihre Oberfläche nach und nach den Metallglanz verlor, und verblich, so wie es in der Luft zu geschehen pflegt. Noch ist zu bemerken, dafs die Wirkung des Bergöhls in den vorhergehenden Versuchen nur darin bestehen kann, die Oxydation, welche in der Atmosphäre stets vor sich geht, zu hindern; denn wenn aus der Berührung des Sodiums oder Kaliums mit dem Platin sich Electricität entwickeln würde, so könnte ja das Öhl dieselbe nicht hindern, sich mittelst des Condensators kund zu thun, da es doch einer der besten Isolatoren ist. Noch wäre hinzuzufügen, dafs es bequemer ist, bei diesen Forschungen Kalium als Sodium anzuwenden, weil es nämlich nicht so schnell angegriffen wird, und die chemische Einwirkung auf seine Oberfläche längere Zeit ohne Verminderung fortwährt.

Ohne nun in das Detail einzugehen über mehrere Vorsichten, welche bei diesen Versuchen nothwendig, über mehrere Einwürfe, welchen sie ausgesetzt sind, wollen wir nur der Vollständigkeit wegen einige Bemerkungen hinzufügen. Die erste, dafs man nicht den leeren Raum, sondern das Öhl als umgebendes Mittel gebraucht habe, weil es so äufserst schwierig ist, erstern ganz von Wasserdünsten zu befreien, und man daher

die erhaltenen negativen Resultate leicht der Leitfähigkeit des Mittels hätte zuschreiben können. Die zweite, wichtigere Bemerkung ist, daſs auch die Zeit auf die Entwicklungsweise der Electricität einen Einfluſs übt; denn wenn man das Metall mehrmal hinter einander schnell berührt, so wird die hervorgebrachte Electricitätsmenge um vieles geringer, als sie in dem Falle ist, wo man zwischen den einzelnen Berührungen einen gröſseren Zeitraum inne hält. Dieſs bestätigte sich in mehreren Fällen, und vorzüglich in jenen, wo die electrische Wirkung am Anfange heftig eingreift, aber in der Folge sich schnell vermindert, wie z. B. wenn man Kalium oder Sodium der Einwirkung der Luft, oder wenn man einen Zinkstreifen dem Chlor aussetzt. Die dritte und letzte Bemerkung ist, daſs die Metallplatte, längs welcher durch die Einwirkung eines Gases oder eines andern umgebenden Mittels die Electricität sich entwickelt, die Fähigkeit besitzt, seine electrische Eigenschaft zu behalten, und auch dann noch zu offenbaren, wenn die chemische Einwirkung schon aufgehört hat; ein Phänomen der electrischen Spannung, welches ganz jenem analog ist, das bei der dynamischen Electricität an jenen Körpern sich zeigt, die dieser Electricität als Leiter gedient haben; doch ist diese Eigenschaft der leitenden Körper nur merkbar, wenn die Electricität, wie eben in gegenwärtigem Falle, sehr schwach ist, und sie scheint davon herzurühren, daſs die Theilchen der angegriffenen Oberfläche gleichsam eben so viele kleine Leidnerflaschen bilden, bei denen die Oxydschichte die trennende Fläche der zwei electrischen Fluida vertritt. Aus dieser Erfahrung leitet *La Rive* ab, wie es in einigen Fällen eine merkbare Electricitätsentwickelung geben könne, ohne daſs eine chemische Wirkung sichtbar sey; aber was diese Art der Electricitätsentwickelung charak-

terisirt, ist, dafs sie in einigen Augenblicken ihr Ende erreicht, wenn nicht andere erzeugende Ursachen der Electricität hinzutreten.

Ist die chemische Einwirkung des umgebenden Mittels die Ursache der Electricitätserregung, so sollte es beim ersten Anblicke scheinen, dafs, wenn man statt des Gases eine Flüssigkeit anwendet, die das Metall stärker angreift, sich auch eine gröfsere Menge Electricität entwickeln werde; allein die Erfahrung zeigt im Gegentheile, dafs sich gar keine oder wenigstens viel weniger Electricität entwickelt, als durch die Einwirkung eines trockenen Gases entsteht. Dieser Erfolg erklärt sich indefs leicht aus der Bemerkung, dafs die beiden electrischen Fluida, welche durch die chemische Einwirkung das eine in das Metall, das andere in die Flüssigkeit übergeführt werden, alsogleich nach ihrer Trennung sich wieder wegen der grofsen Leitfähigkeit der Flüssigkeit vereinigen, während bei den Gasen auch die schwächste Electricität merkbar wird, weil die dünne isolirende Oxydschichte, die sich bildet, der Vereinigung der zwei electrischen Fluida widersteht.

Auch die Resultate, die *Becquerel* erhielt, als er Metallschälchen mit verschiedenen Flüssigkeiten gefüllt auf den Condensator stellte, erklären sich leicht aus der vorigen Betrachtung. Stets stimmet die Natur der electrischen Anzeichen mit der chemischen Theorie überein, nur der Fall setzt in Verlegenheit, wenn man in ein Metallschälchen eine Säure, die das Metall anzugreifen vermag, gibt, ein Holzstück in die Flüssigkeit taucht, und es am andern Ende mit der Hand festhält. Es scheint nämlich der Theorie gemäfs, dafs das durch chemische Wirkung gesonderte und in der Flüssigkeit verbreitete positive Fluidum in den hölzernen Conductor, der sich ihm darbietet, abfliefsen, und so dem negativen im Metalle

angehäuften Fluidum gestatten solle, in den Condensator überzugehen, und das Electroskop zu afficiren; so wie diefs immer geschieht, wenn man statt des Conductors aus Holz einen aus Platin anwendet. Dem Unterschiede der Leitfähigkeit des Holzes und des Platins kann man diese Verschiedenheit der Resultate nicht zuschreiben, da doch der bei weitem gröfste Theil des Conductors, nämlich die Hand und der Leib desjenigen, der den Platindraht oder die Holzstange hält, in beiden Fällen derselbe bleibt; allein alles hängt von der Leichtigkeit ab, mit der das Fluidum von der Flüssigkeit in den dargebotenen festen Leiter übergeht. Beim Holze geht der Übergang nur schwer vor sich, daher vereinigt sich das positive Fluidum der Flüssigkeit von neuem mit dem negativen des Metallschälchens, während beim Platin die Leichtigkeit des Übergangs einen Theil des positiven Fluidums entführt, und daher einen Überschufs an — E. erzeugt, welcher dann das Electroskop anregen kann.

Auch die Thatsache, dafs, wenn man in ein stark erhitztes Metallschälchen einen Tropfen einer Flüssigkeit fallen läfst, die dasselbe anzugreifen vermag, im Momente, wo die Verdunstung beginnt, die Goldblättchen des Electroskops aus einander fahren, erklärt sich leicht aus der chemischen Theorie: der Dunst, der sich aus der Flüssigkeit erhebt, trägt das positive Fluidum mit sich empor, das negative bleibt im Metalle zurück, und afficirt den Condensator. Es ist zwar möglich, dafs auch das positive Fluidum auf der Oberfläche des Schälchens zurückbleibt, aber dann ist es vom negativen durch die trockene Oxydschichte getrennt, die nach der Verdunstung sich bildete; und wirklich, giefst man, wenn die ganze Flüssigkeit verdunstet ist, von neuem einige Tropfen in das Schälchen, die dann die Oxydschichte benetzen und auflösen, so hört die Divergenz der Gold-

blättchen alsogleich auf. Diese Divergenz zeigt sich gar nicht, wenn man das erste Mal mehr Flüssigkeit in das Schälchen giefst, als verdunsten kann, eben weil dann die Oxydschichte feucht bleibt. Ja, bringt man mittelst eines isolirten Metallbogens die innere und äufsere Fläche des Schälchens mit einander in Berührung, hören alle electrischen Anzeichen eben so auf, als wenn man die innere und äufsere Belegung einer Leidnerflasche mit einander vereinigt.

Dafs es nicht die Verdunstung, sondern eben nur die chemische Wirkung sey, welche diese Erscheinungen hervorruft, zeigt vorzüglich die schon von *Pouillet* gemachte Erfahrung, dafs ein eben so gestaltetes und stark erhitztes Platinblättchen gar keine electrischen Anzeichen gibt, wenn man darin Wasser von gleicher Beschaffenheit und auf dieselbe Art, wie in einem oxydirbaren Schälchen, verdunsten läfst. Ferner, die Natur der sich entwickelnden Electricität, die so ganz mit denen übereinstimmt, auf welche die chemische Hypothese im Voraus führt, ist ein neuer Beweis der Wahrheit derselben. — Also nicht die Verdunstung selber, sondern nur der Umstand, dafs die entstandenen Dünste einen Theil des positiven Fluidums entfernen, und die neu gebildete Oxydschichte die Wiedervereinigung der beiden Fluida verwehret, ist der Grund dieser Erscheinungen, und erkläret hinlänglich, warum man keine ähnlichen Resultate erlangt, wenn man kalte Schälchen anwendet.

Unter den verschiedenen Versuchen, die *La Rive's* Mémoire über diesen Gegenstand enthält, verdient noch einer besondere Aufmerksamkeit: An den Deckel des Condensators wird ein dicker Platindraht befestiget, der mit einem Ende in eine mit concentrirter Schwefelsäure gefüllte Tasse reicht; in dieselbe Tasse taucht man einen kleinen Holzstab, den man mit der Hand festhält —

der Condensator ladet sich mit positiver Electricität. Diese wird durch die chemische Einwirkung der Schwefelsäure auf das Holz erzeugt, denn die —E fliefst durch die Hand ab, die +E. strömt in die Flüssigkeit zurück, verbreitet sich daselbst, fliefst in den Platindraht über, und wird von ihm dem Condensator zugeleitet. Taucht man den Platindraht, ehe man ihn in die Schwefelsäure gibt, in Salpetersäure, so wird die Intensität der angehäuften Electricität bedeutend vermehrt, weil man dadurch den Übergang des in der Flüssigkeit verbreiteten positiven Fluidums erleichtert.

Folgerungen aus den dargestellten Thatsachen.

Diese Folgerungen beziehen sich entweder auf die electro-chemische Theorie, oder auf die Theorie der Säule.

Was den ersten Punct betrifft, so scheint aus den in diesem Mémoire fortgesetzten Arbeiten hervorzugehen, dafs die Electricität stets die Folge eines wirkenden Principes, nicht eines unthätigen Zustandes, und eher eine Wirkung als ein Grund anderer Erscheinungen sey, und dafs folglich die unbekannte Kraft, welche der chemischen Wirkung zu Grunde liegt, die Electricität entwickle, nicht umgekehrt die Electricität jene Kraft erzeuge. Doch läugnet der Verfasser, trotz der subjectiven Überzeugung von der Wahrheit seiner Ansicht, nicht die Möglichkeit, dafs alle Körper eine ihnen eigenthümliche und innig mit ihrem Wesen verknüpfte Electricität besitzen. Sogar die Thatsache, dafs die Berührung zweier homogener Substanzen keine Electricität entwickle, hält er nicht für eine hinlängliche Widerlegung der letztern Ansicht. Denn hätte man das Gegentheil *a priori* angenommen, ohne von der Wirkung der

Berührung unterrichtet zu seyn, so hätte man die Berührung zweier leitender Körper, von denen der eine positiv, der andere negativ angenommen wird, geeigneter zum Verbergen als zum Zeigen der Electricität geglaubt. Und wirklich war man in der Berührungstheorie, um zu erklären, wie es komme, daſs sich die beiden entgegengesetzten Electricitäten der sich berührenden Körper nicht neutralisiren, zur Annahme einer verborgenen Kraft genöthiget, die man schlecht genug *electromotorische Kraft* taufte.

Was die Säulentheorie und ihre Erklärweise der Phänomene betrifft, forderte dieser Gegenstand eine weitläufige Auseinandersetzung; indeſs genügt die Bemerkung, daſs die Untersuchungen, wie sie *La Rive* in den erstern Theilen dieses Mémoires auf dem Erfahrungswege entwickelte, alle diese Phänomene kürzer und einfacher erklären: Was zuerst die Anhäufung der electrischen Fluida an den Enden oder Polen einer zusammengesetzten Säule betrifft, so ist sie ein Resultat der Art und Weise, wie die Electricität zu Folge der chemischen Wirkung sich entwickelt. Das positive Fluidum, erzeugt durch die Einwirkung der Flüssigkeit auf die erste Zinkplatte, verbreitet sich in der Flüssigkeit, stöſst auf das Kupfer des folgenden Plattenpaares, strömt in dasselbe, und neutralisirt das negative Fluidum der zweiten an das Kupfer gelötheten Zinkplatte; aber während der Zeit hat auch das positive Fluidum derselben Platte sich in der zu ihr gehörigen Flüssigkeit verbreitet, ist in das Kupfer des dritten Plattenpaares übergeströmt, und hat dort die —E. der dritten Zinkplatte neutralisirt, u. s. f. Auf einem der Säulenenden gibt es daher einen Überschuſs an positiver, am andern an negativer Electricität, und man begreift, daſs die Stärke der chemischen Wirkung auf die Intensität der beiden angehäuften Fluida

einen Einfluſs habe. Der Einfluſs der Anzahl der Platten auf die Spannung ist ebenfalls leicht zu erklären: die beiden an den zwei Polen der Säule angehäuften Fluida suchen sich wechselseitig zu neutralisiren, und wenn die Pole durch keinen guten Leiter vereiniget sind (d. i. wenn die Kette offen steht), so dient die Säule selbst als Mittel der Vereinigung; daher kann keine der zwei Electricitäten eine bestimmte Spannung überschreiten, deren Stärke von der gröſsern oder geringern Leichtigkeit abhängt, mit welcher die beiden Fluida den *Volta'*schen Apparat durchströmen können. Nun aber weiſs man seit langer Zeit, daſs, je gröſser die Anzahl der zu durchstreichenden Platten ist, desto gröſser der Widerstand und die Schwierigkeit, sie zu durchströmen, sey; daher nur dann die an den Enden angesammelte Electricität auf den Condensator eine, und zwar eine desto gröſsere Wirkung üben wird, wenn der *Volta'*sche Apparat aus einer so groſsen Anzahl Platten besteht, daſs er die Wiedervereinigung der beiden Electricitäten wirksam hindern kann, und eine je gröſsere Anzahl Platten er besitzt. Eben so, wenn man mit Hülfe zweier mit den Polen in Communication gesetzter Platindrähte Wasser zersetzen will, muſs die Säule eine so groſse Anzahl Plattenpaare besitzen, daſs die beiden Fluida lieber ganz oder zum Theile sich durch das Wasser hindurch vereinigen, als den schwierigen Weg durch die Säule zurücklegen. Mit einem Worte, alle Wirkungen einer *Volta'*schen Säule, die von der Anzahl der Plattenpaare abhängen, lassen sich daraus erklären, daſs den zwei Electricitäten zum Behufe ihrer Vereinigung stets zwei Wege sich darbieten, der eine durch die Säule, der andere durch den die beiden Pole verbindenden Leiter; das Verhältniſs der Menge der Electricität, welche den einen, zu jener Electricität, welche den an-

dern Weg einschlägt, hängt von dem Verhältnisse der Leitfähigkeit des Apparats zu der des Conductors ab.

Bei den electrischen Wärmephänomenen kommt es auf die Anzahl der Platten nicht an, denn um diese hervorzubringen, bedient man sich stets metallener Leiter, die daher stets eine gröfsere Leitfähigkeit als die Säule selbst haben. Nichts desto weniger wird in einigen Fällen, wie bei dem Versuche mit Kohlenstücken, wo der electrische Strom einen bedeutenden Widerstand findet, eine grofse Anzahl Platten erforderlich seyn.

Woher entspringen aber diese erwärmenden Wirkungen des electrischen Stromes? Von dem Widerstande, meint *La Rive*, den die Electricität beim Übergange von einem Körper zum andern, oder von einem Atom zum zweiten findet; da hört der zurückgehaltene Antheil der Electricität auf, als electrisches Fluidum zu erscheinen, und entwickelt Wärme. Mehrere Versuche bestätigen diese Hypothese: So wird eine aus mehreren gleichartigen und gleich dicken an einander geknüpften Metalldrähten bestehende Leitungskette an den *Verbindungsstellen* weifsglühend. So erhitzt sich ein in eine Salzlösung getauchter baumwollener Docht, wenn er dem electrischen Strom als Leiter dient, äufserst stark, während diese Lösung in eine Röhre von gleichem Durchmesser mit dem Dochte eingeschlossen, unter denselben Umständen kalt bleibt; was daher kommt, dafs im ersten Falle jedes Wassertheilchen von dem andern durch eine dünne Baumwollschichte getrennt, und also die Electricität gezwungen ist, von einer Substanz in die andere überzugehen. Ein Stengel einer Fettpflanze mittelst zweier Platindrähte in den electrischen Kreis gebracht, erhitzt sich dergestalt, dafs das in ihm erhaltene Wasser zu sieden anfängt, eben weil jedes Wassertheilchen in einer einzelnen von allen andern durch eine vegetabilische

Scheidewand getrennten Zelle liegt. Diese Ansicht erklärt, daſs bei einer gleichen Summe von Oberflächen eine mehrgliedrige Säule weniger Wärme, als eine Säule von einer geringern Anzahl Plattenpaare erzeugt. Denn im ersten Falle haben die zahlreichen Übergänge der Electricität von einer Platte in die Flüssigkeit, und von der Flüssigkeit in die nächst folgende Platte, schon einen groſsen Theil der Electricität, und insbesondere von jenem Antheile derselben, der unfähig weiter zu strömen, eben dadurch die erwärmenden Wirkungen erzeugt.

Noch müssen wir (Redact. der *Ann. de Chim.*) gestehen, daſs man eine vollkommen klare Vorstellung von den unendlich vielen Versuchen und Erklärungen, die *La Rive* in diesem seinem herrlichen Mémoire gibt und anstellt, nur durch das Original selbst erhalten kann, indem dieser Auszug nur die äuſsern Umrisse des Werkes darstellen konnte.

C. Über den Diamant.

Die künstliche Erzeugung der Diamante hat der Aufmerksamkeit Vieler plötzlich eine Richtung gegeben, die hoffen läſst, man werde nun, wo sich der litterarische Streit gelegt zu haben scheint, eine Zusammenstellung einiger Facten und Ansichten, die sich in mehreren Werken neueren Ursprungs über diesen Edelstein befinden, nicht ungünstig aufnehmen.

Der Diamant kommt im aufgeschwemmten Lande neueren Ursprungs vor, ist aber wahrscheinlich nicht in demselben entstanden, sondern nur dahin transportirt worden. Die diamantführende Erde besteht aus abgerundeten Kieseln, die durch eisenhältigen Thon mit einander verbunden sind, und enthält auch Eisenoxyde in verschiedenen Oxydationsstufen, Quarz, versteinertes

Holz etc. Sie kommt fast ausschliefsend nur in Visapour und Golconda, Bengalen, Pegu, in der Insel Borneo, und endlich in Brasilien vor. Da der Diamant dichter ist, als sein Muttergestein, so kommt er auch in desto gröfserer Tiefe vor, je gröfser er ist. Die gröfsten findet man fast ausschliefslich in weiten Thälern.

Man hat in der neuesten Zeit die Vermuthung aufgestellt, dafs auch in Sibirien Diamanten vorkommen dürften, weil der Platin führende Sand von Nitschni Toura dem sehr ähnlich ist, in welchem die brasilianischen Diamanten vorkommen. Nach *Eschwege* enthält der Sand Eisenoxydhydrat und Jaspis, und führt mehr Platin als Gold; der von Nitschni Toura führt dieselben Bestandtheile.

Das Aufsuchen der Diamanten ist eine kostspielige, nicht einträgliche Arbeit. Man meint, die Auslagen, welche auf einen Karat des Diamantes kommen, belaufen sich auf 13 Gulden C. M. Das Verfahren, welches man in Indien beim Diamantensuchen anwendet, ist folgendes: Man wäscht die diamantführende Erde, bringt den Rest auf einen festen, ebenen, von der Sonne beschienenen Boden, läfst ihn trocknen, und dann durch nackte Sklaven, die überdiefs genau bewacht werden, durchsuchen, um die im Sonnenlichte strahlenden Diamanten herauszufinden. In Brasilien verfährt man etwas regelmäfsiger. Die Diamanterde wird zum Waschen auf eine schiefe und in einzelne Abtheilungen abgetheilte Ebene gebracht, und von zwanzig Negern untersucht, die unter gehöriger Aufsicht stehen. Wenn ein Neger einen Diamant findet, klascht er in die Hände. Darauf kommt ein Aufseher, nimmt ihn in Empfang, und legt ihn mitten im Gemache auf eine Platte. Ein Neger, der einen über 70 Grän schweren Diamant findet, erlangt die Freiheit. In Brasilien findet man im Durchschnitte jährlich 2500 — 3000 Karat (10 — 13 Pf.) Diamanten, wo-

von aber nur 800 — 900 Karat zum Schneiden geeignet sind. Der Rest wird als Bort zum Schleifen der besseren Diamante gebraucht, indem dieses Mineral wegen seiner ungemeinen Härte, wodurch es alle übrigen Mineralkörper übertrifft, nur wieder durch sein eigenes Pulver bezwungen werden kann.

Der Werth eines Diamanten richtet sich nach seiner *Gröſse*, *Farbe*, *Reinheit*, und nach *der Art* seines *Schnittes*. Die Gröſse läſst sich, da alle nahe dieselbe Dichte 3.4 — 3.6 haben, aus dem Gewichte abnehmen, und man bestimmt dieses nach Karat. Ein Karat beträgt 205 Milligramme, oder 2.81 Gran unseres Gewichtes. Ein Karat wird in 4 Gräne getheilt. Der Name Karat stammt von den Körnern der Pflanze *Kuara*, mit denen man in Sengallen das Gold zu wägen pflegt, und die auch nach Indien kamen, und zum Diamantwägen gebraucht wurden, her. Der berühmte Diamant des Groſsmoguls wiegt 279.9 Karat; der an Ruſslands Zepter befindliche, von unregelmäſsigem Schnitte, wiegt 194.75 K.; der im österreichischen Schatz befindliche 139.5 K.; und der zum französischen Schatze gehörige 127 K. Gewöhnlich sind die Diamante farbenlos, doch gibt es auch gelbe, pfirsichblüthen- und rosenrothe, grüne, blaue, braune und schwarze. Die schwarzen sind die seltensten; die blauen, grünen und rothen stehen höher im Preise als die farbelosen. Nicht alle Diamante sind völlig rein, sondern viele haben Sprünge (Eisrisse), die ins Innere des Diamantes eindringen, und seinem Farbenspiele Abbruch thun, wohl auch wolkkich trübe Stellen und schwarze Puncte. Man gibt jenen den Vorzug, welche mit der gröſsten Klarheit das lebhafteste Farbenspiel verbinden. In Betreff des Schnittes haben die Brillanten vor den Rauten den Vorzug, und die sogenannten Tafelsteine stehen allen nach.

Der Diamant wurde bis in die neueste Zeit fast ausschliefsend als Schmuck gebraucht, erst vor Kurzem ward er in England zu mikroskopischen Linsen verwendet. Dazu eignet er sich wegen seines grofsen Brechungs- und kleinen Farbenzerstreuungsvermögens besonders, und nur seine Härte wird der Verbreitung solcher Linsen stets grofse Hindernisse in den Weg setzen, indem nach *Pritschard's* Preiscourant eine Diamantlinse zwischen 100 — 200 fl. C. M. zu stehen kommt, ein Preis, wofür man bei uns das beste zusammengesetzte Mikroskop mit allem Zugehör erhält. Da das Brechungsverhältnifs des Diamantes nach *Rochon* 2.470 beträgt, das des Glases aber 1.52..., so wird die Brennweite einer Diamantlinse in dem Verhältnisse 147:52 kleiner seyn, als die einer Glaslinse von derselben Krümmung, und in demselben Mafse mehr vergröfsern, ohne an einer gröſsern Abweichung wegen der Kugelgestalt und Farbenzerstreuung zu leiden.

Da der Diamant reiner krystallisirter Kohlenstoff ist, so steht er schon dadurch den Pflanzenkörpern nahe, und man thut nur einen Schritt weiter, wenn man behauptet, er sey vegetabilischen Ursprungs. Dafür wird er auch von *Jameson* und *Brewster* gehalten. Es sprechen dafür folgende Gründe:

Der Diamant kommt in der Regel nur im aufgeschwemmten Lande, mitten unter gestörtem älterem Gestein vor; er hat in seinem optischen Verhalten viele Ähnlichkeit mit dem Bernstein, über dessen vegetabilischen Ursprung kein Zweifel mehr obzuwalten scheint, und er mufs sich wie dieser erst in einem weichen Zustande befunden haben, und durch langsames Festwerden eines vegetabilischen Stoffes entstanden seyn. Nach *Jameson* soll dieses Pflanzenharz gewesen seyn. Indefs haben noch die Gegner dieser Ansicht ihre Gründe für

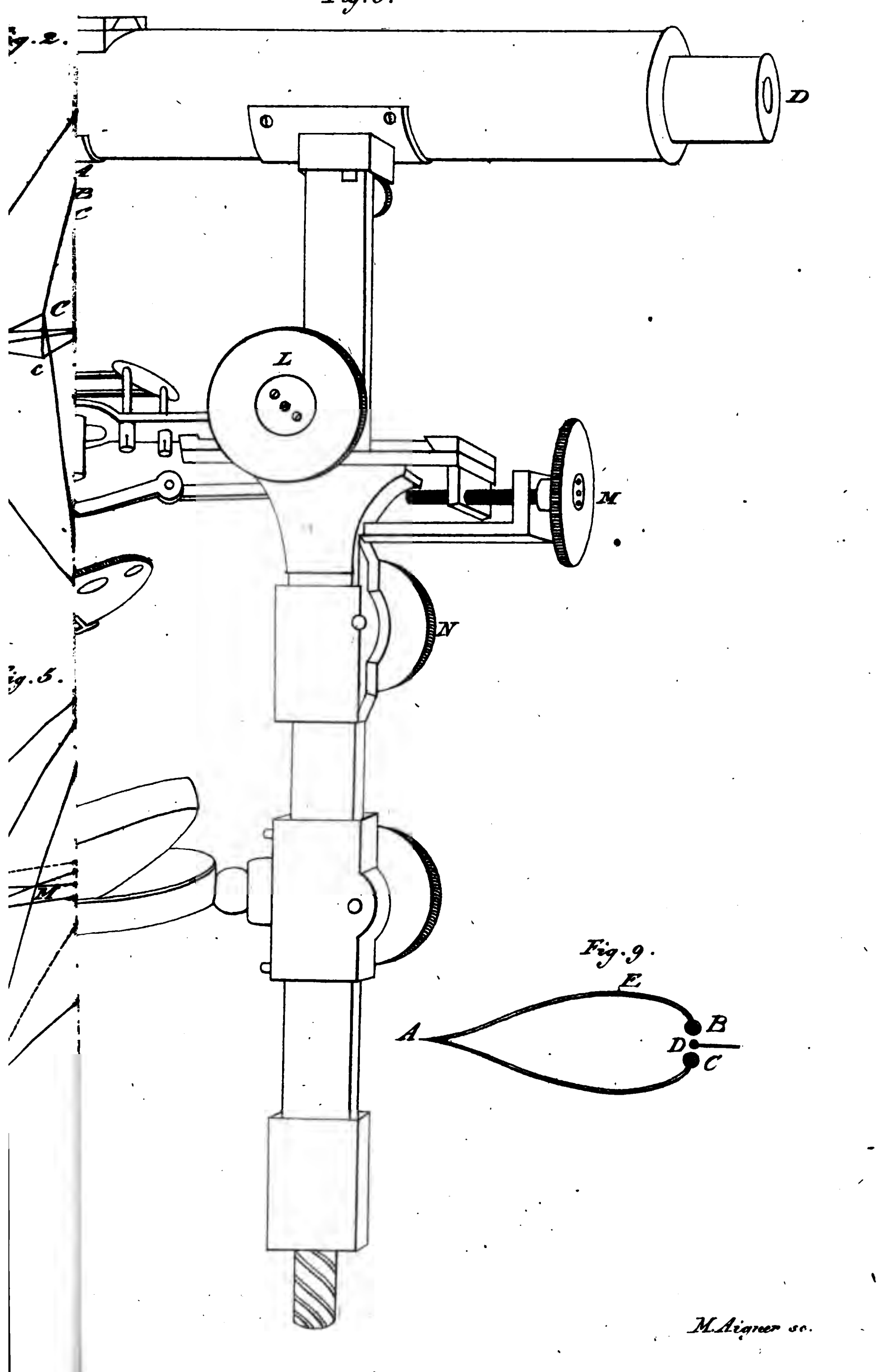
den mineralischen Ursprung dieses merkwürdigen Körpers, und zwar führen sie folgende an:

Das Vorkommen des Kohlenstoffes als Anthracit und Graphit im Glimmerschiefer und anderem Gestein von primärer Formation läfst vermuthen, dafs dieses Element in das Gebiet des Mineralreiches gehöre, und dem Entstehen der Vegetabilien vorausgegangen sey, und daher der Umstand, dafs der Diamant aus Kohlenstoff bestehe, seinen vegetabilischen Ursprung keineswegs beweise. Man hat schon Diamanten in einem Muttergestein gefunden, welches Eisenstein führte, der in Adern oder Lagern von Chloritschiefer vorkommt, mithin wahrscheinlich zu den primitiven Formationen gehört. Man glaubt sogar die Compressibilität des Diamantes, die ihm, wie sein optisches Verhalten zeigt, einst eigen gewesen seyn mufs, als eine Wirkung der Hitze ansehen zu können, und hebt dadurch den Hauptgrund auf, aus dem man sein Entstehen aus dem Reiche der Vegetabilien hauptsächlich folgerte.

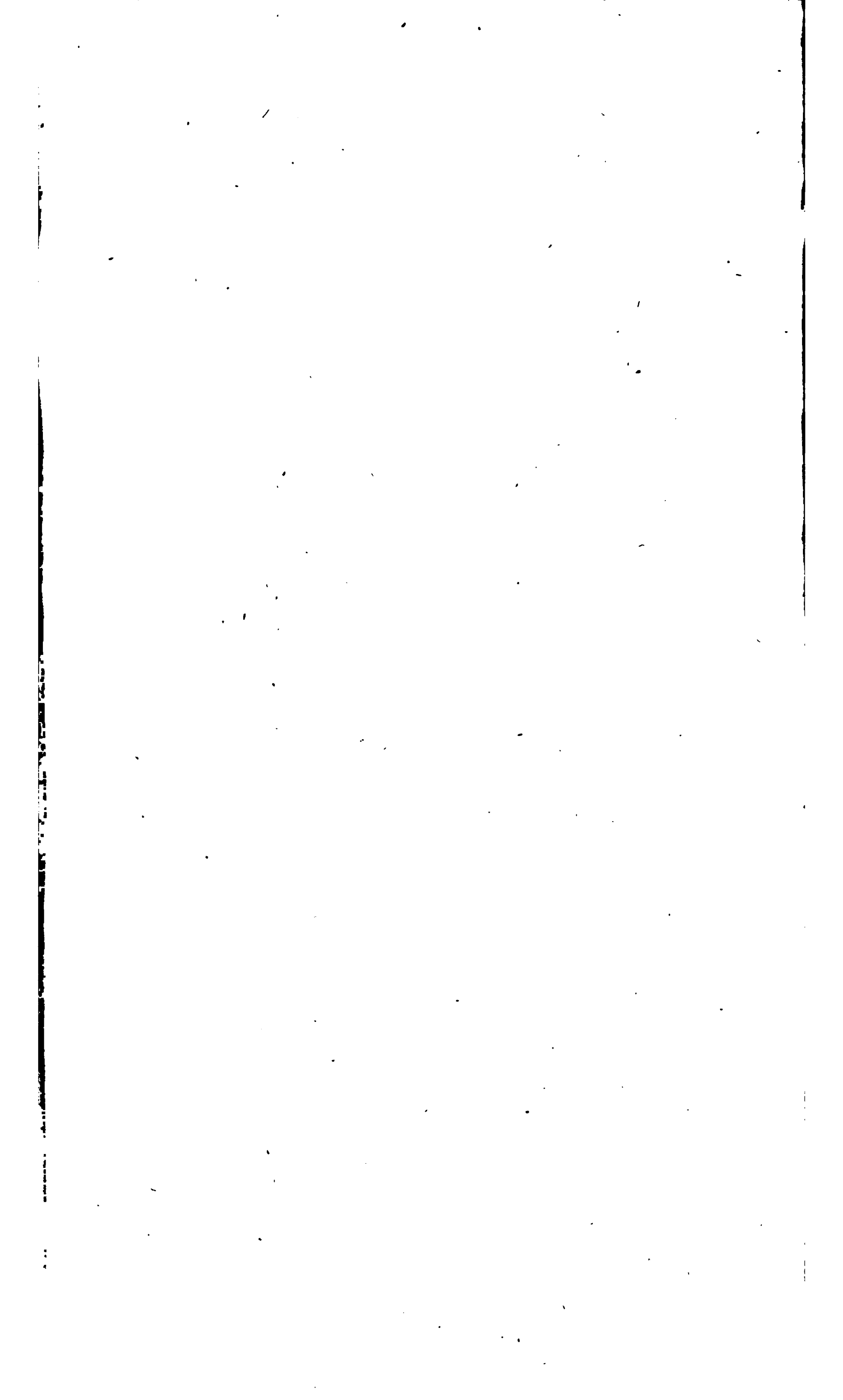
Die neueste Zeit schien über diesen Gegenstand die beste Aufklärung zu versprechen, indem französische Gelehrte Diamanten durch Kunst erzeugt zu haben vorgaben.

In der am 5. November 1828 abgehaltenen Sitzung der Pariser Academie der Wissenschaften berichtete *Cannal*, Gelegenheit gehabt zu haben, aus einer grossen Quantität Schwefelalkohol die Ausscheidung des Kohlenstoffes mittelst Phosphor zu versuchen. Er setzte hinzu, mittelst eines besonderen Verfahrens eine krystallisirte Substanz ausgeschieden zu haben, die im Sonnenlichte Farben spielte, wie Diamanten. Er sammelte zwanzig solche Krystalle, und darunter drei von der Gröfse eines Hirsekorns. Herr *Champigny*, Director der Juwelenhandlung des Hrn. *Petitlot*, hielt sie für wahre

Diamanten. In der darauf folgenden Sitzung am 11. November las *Arago* ein Schreiben des Hrn. *Cagniard de Latour* vor, worin dieser der Academie berichtete, schon am 19. Jänner 1824 der Academie ein Depot eingesendet zu haben, wo von der künstlichen Erzeugung der Diamante die Rede sey, und daſs er jetzt damit umgehe, gröſsere Diamante zu gewinnen, aber auf einem Wege, der von dem *Cannal*'schen gänzlich verschieden ist. Es wäre demnach die Priorität Hrn. *Cagniard de Latour* einzuräumen; aber *Gay-Lussac* erklärte, es sey ihm bekannt, daſs *Cannal* sich bereits seit mehr als acht Jahren mit dieser Arbeit beschäftige. Bei einer Untersuchung der *Latour*'schen vorgeblichen Diamanten bewährten sie sich zum Theile als Silicate von einer sehr grossen Härte, zum Theile als eine mit einer sehr harten Schlacke umgebene Kohle. Auch *Cannal's* Producte sollen keine Diamanten seyn. Geübte Chemiker, welche auf diesem Wege Versuche anstellten, fanden wohl wasserhelle Phosphorkrystalle, aber keine Diamanten.



M. Aigner sc.



// ZEITSCHRIFT
FÜR
PHYSIK UND MATHEMATIK.

I.

Chemische Untersuchung der Eyer des javanischen Kasuars (*Casuarius orientalis. Struthio Casuarius L.*);

vom

Med. Dr. Ritter von *Holger*.

Es ist schon lange bekannt, daſs die Eyer des javanischen Kasuars, der im Jahre 1597 in Europa bekannt wurde, und seit dieser Zeit häufig lebend zu sehen war, eine grünlich graue Farbe haben, und mit Vertiefungen und Erhöhungen, welche letztere höher grün gefärbt sind, auf ihrer Oberfläche besetzt vorkommen. Bisher wurden diese Eyer noch nie näher untersucht, wiewohl sie in Naturaliensammlungen nicht selten waren, und wegen ihrer schönen Farbe und auffallenden Zeichnung auch zur Verfertigung von Trinkgeschirren und ähnlichen Schaustücken benützt wurden. Jenes Exemplar dieses Vogels, welches der berühmte Reisende Hr. Dr. *Pohl* als Geschenk Ihrer Majestät der Kaiserin von Brasilien im October 1822 nach Wien brachte, und welches seit dieser Zeit auf der Terasse der k. k. Burg nebst andern seltenen Vögeln und Säugethieren lebte, gab Gelegenheit zu dieser Untersuchung. Es hatte zwar dieser Kasuar in den ersteren Jahren seines Hierseyns kein Ey gelegt, fing aber später zu legen an, und gab in den letzten drei Jahren 62 Stück von sich. Davon er-

schienen im Jahre 1827, 32 Stück, im Jahre 1828, 16 Stück. Im heurigen Jahre brachte er vom 3. Februar an bis April in Zwischenräumen von 5 — 7 Tagen vierzehn Eyer, wodurch er sich aber so erschöpft zu haben schien, dafs er von der Zeit des zuletzt gelegten Eyes an kränkelte, sichtbar abnahm, und mit Ende April mit Tode abging, nachdem er, der schon vollkommen ausgewachsen aus Brasilien kam, 6 1/2 Jahre in Wien gelebt hatte.

Durch die Güte des Herrn Regierungsrathes und k. k. Naturalien-Cabinetts-Directors, Dr. Ritter von *Schreibers*, erhielt ich eines dieser Eyer zur chemischen Untersuchung. Es hatte einen weifsen Grund, und auf demselben eine Menge grüne, verschiedenartig zusammengeflossene Flecken, die als deutlich über den Grund erhaben gefühlt werden konnten, und dem ganzen Ansehen und ihrem Glanze nach täuschend so aussahen, als wären sie durch geschmolzenes, grün gefärbtes Wachs künstlich erzeugt. Unter vielen Eyern dieses Vogels, die ich bei dieser Gelegenheit sah, war nur auf wenigen die Erhabenheit dieser Puncte so deutlich zu fühlen, auch waren sie meistens von dem Grunde, der grünlich grau war, nicht deutlich durch ihre Färbung unterschieden, oder sie waren zu gröfseren Flecken zusammengeflossen. Ein Ey hatte im dritten Theile seiner Höhe ein gleichförmig grünlich grau gefärbtes, zwei Querfinger breites Band ohne alle Erhabenheit, das wie abgeschliffen aussah; ein anderes zeigte diese auffallende Glätte über seine ganze Oberfläche verbreitet.

Grofsen Einflufs auf die verschiedene Höhe der Farbe hatte das Sonnenlicht, welches sie nach und nach ganz ausbleichte. Die Eyer waren sämmtlich grofs, regelmäfsig geformt, nur das, welches das glatte Band hatte, war länglich, fast wie gewalkt. Eines derselben wurde gewogen, und hatte sammt seinem Inhalte 38 Loth,

die getrocknete und gereinigte Schale für sich allein 4 Loth, 40 Gr.

Zur chemischen Untersuchung kochte ich die Eyschale mit ziemlich concentrirter Salzsäure; während sich ein Hühnerey leicht und ohne Rückstand unter starkem Aufbrausen darin löste, wurde von der Kasuareyschale nur ein Theil des carbonsauren Kalkes gelöst, indem der andere durch eine eyweifsstoffige Haut vor der Einwirkung der Säure geschützt blieb. Wurde die Schale, als das Aufbrausen geendiget war, aus der Säure genommen, so konnte man eine weifse, eyweifsstoffige Haut, welche ihre Rückseite deckte, abziehen, und eine ähnliche von der Vorderseite entfernen, die zwar auch weifs war, aber die grünen Farbepuncte, wie Knötchen eingeschlossen, enthielt, die durch den umhüllenden Eyweifsstoff so wohl geschützt waren, dafs die Säure durchaus nicht auf sie wirken konnte. Nur Salpetersäure, welche durch längeres Einwirken den Eyweifsstoff zernagte, löste auch den Farbestoff auf. — Die von beiden Häuten gereinigte Schale wurde nun wieder von der Säure angegriffen; diese löste nach einer Digestion von mehreren Tagen unter fortwährendem Aufbrausen allen Kalk auf, während die grüne Farbe des Rückstandes immer intensiver wurde, und es blieb am Ende eine, der von der Vorderseite abgezogenen ähnliche, eyweifsstoffige Haut zurück, welche durchaus grün gefärbt war, und von der Säure nicht mehr angegriffen wurde. Beide Häute waren von gleicher grüner Farbe, und verhielten sich bei nachfolgender abgesonderter Untersuchung gleich zusammengesetzt. Der in der Säure aufgelöste Kalk kam als Grundbestandtheil aller Eyerschalen nicht weiter in Betrachtung.

Der grüne Farbestoff wurde nun von Säure rein gewaschen, und in Ätzkali gekocht; dieses löste den

Eyweifsstoff leicht auf, und liefs den Farbestoff als eine dunkelgrüne Masse zurück, die sich in Säuren nur leicht und mit starkem Aufbrausen löset; der Rückstand wird, wenn man die Säure kochen läfst, zuerst rothbraun, und löset sich dann darin zu einer gelben Flüssigkeit auf.

Diese Auflösung gibt mit *kleesaurem Kali* einen weissen Niederschlag, sie enthält daher noch Kalk; mit *Ammoniak* gibt sie einen weifsen Niederschlag, mit *Kalk* aber keine blaue Färbung, daher ist weder *Nickel-* noch *Kupferoxyd* darin enthalten. Auch gibt sie weder mit *Bleisalz* einen gelben, noch mit *Merkurprotoxydsalz* einen rothen Niederschlag, daher ist kein *Chromoxydul* vorhanden, denn dieses müfste während des Kochens mit Salpetersäure in Chromsäure verwandelt werden, und dann die angeführten Niederschläge geben.

Mit *Blutlaugensalz* entstand sogleich eine dunkelgrüne Färbung, aber kein Niederschlag, welches die Abwesenheit der bereits angeführten Metalloxyde noch weiter beweiset. Später bildet sich aus dieser grünen Farbe der blaue Niederschlag, Pariserblau, der das *Eisenoxyd* als vorhanden angibt.

Aus diesen Versuchen folgt:

1. Dafs der grüne Farbestoff keine thierische Materie sey, weil er sonst in der Kalilauge gelöst worden wäre.
2. Dafs von allen Metalloxyden, die ihn hätten erzeugen können, er blofs allein durch das Eisen hervorgebracht werde.
3. Dafs nebst dem Eisenoxyd auch Kalk in seiner Mischung vorhanden sey.
4. Dafs beide Körper an Carbonsäure gebunden sind, weil sie sich unter starkem Aufbrausen in Säuren lösten.

5. Daſs das Eisen als Protoxyd im Farbestoffe vorhanden ist, weil sonst der von der Kalilauge zurückgelassene Rest nicht grün, sondern rothbraun hätte seyn müssen, und weil es überhaupt kein carbonsaures Eisenperoxyd, wohl aber ein carbonsaüres Eisenprotoxyd gibt.
6. Daſs die Eyschale auſser dem carbonsauren Kalk noch mit Eyweiſsstoff durchzogen sey, welcher den Farbestoff so in sich eingehüllet hat, daſs auſser den dynamischen Einflüssen, z. B. des Lichtes, nichts auf ihn wirken kann, was nicht im Stande ist, den Eyweiſsstoff aufzulösen oder zu zerstören.

Das carbonsaure Eisenprotoxyd ist zwar *weiſs*, wie es aber im mindesten mit feuchter Luft in Berührung kommt, wird ein Theil des Protoxydes zu Peroxyd erhoben, und es entsteht das carbonsaure Eisenprotoxyd-peroxyd *(Carbonas ferroso ferricus)*, welches grün, und zwar eben so grün wie diese Eyerschalen ist.

Wird letzteres noch länger in Berührung mit feuchter Luft gelassen, so entweicht während dem Trocknen die Carbonsäure ganz, das Eisen wird durchaus in Peroxyd verwandelt und gelbbraun gefärbt. Dieſs würde auch bei diesen Eyern Statt finden, und sie würden nicht durch eine Stunde ihre grüne Farbe erhalten können, wenn nicht der Farbestoff durch die Einhüllung in Eyweiſsstoff von den äuſseren Einflüssen geschützt wäre.

Sind diese Eyschalen durch längere Zeit dem Sonnenlichte ausgesetzt, so wird das Eisenperoxyd reducirt, und das carbonsaure Eisenprotoxyd mit seiner weissen Farbe wieder hergestellt, daher auch die Farbe verschwindet; wirkt durch längere Zeit feuchte Luft, welche denn doch endlich durch die Poren dringt, auf den Farbestoff, so wird das gelbbraune Eisenperoxyd er-

zeugt, und die Farbe geht ins Gelbliche über. Daſs dieses wirklich der Fall sey, zeigte ein Versuch mit vorjährigen Eyschalen, die schon die Farbe verloren hatten. Als diese mit Kalilauge gekocht wurden, löste sich der Eyweiſsstoff von der Oberfläche auf, und die Schale blieb mit rothbraunen Flecken bedeckt zurück, welche an der Stelle der früheren grünen Flecke standen. Diese Zersetzung scheint jedoch nicht tief einzudringen, denn als die Schale darnach in Säure gelegt wurde, wurden die braunen Flecken mit einem Theile des carbonsauren Kalkes aufgelöset, und die grüne Farbe trat wieder hervor; und als die Säure zu wirken fortfuhr, blieb am Ende die früher angeführte eyweiſsstoffige Masse, welche den grünen Farbestoff enthielt, zurück. Sie wurde aber, weil dieſsmal Salpetersäure statt der Salzsäure angewendet worden war, als sie nach Entfernung des Kalkes mit der kochenden Säure in Berührung kam, von dieser zerlegt, und das Eisen, während die Carbonsäure aufbrausend entwich, vom Rande nach einwärts zu rothbraun gefärbt, und endlich aufgelöset.

Wenn schon gegen die Bleichung durch Sonnenstrahlen nicht leicht ein Schutzmittel aufgefunden werden wird, so muſs sich doch die Zersetzung durch feuchte Luft durch Firnisse abhalten lassen; diese dürfen aber keinen Körper enthalten, der, wie z. B. das Leinöhl, Oxygen aus der Atmosphäre anziehen und es wieder an das Eisenoxydul absetzen könnte. Der Firniſs aus gebleichtem Schellack dürfte zu diesem Zwecke allen andern vorzuziehen seyn.

* * *

Da nun das Eisen an den Eyern des javanischen Kasuars nachgewiesen war, war es natürlich zu vermuthen, daſs wenn die Lebensthätigkeit dieses Vogels im Stande war, so viel Eisenoxydul zu erzeugen, der Bedarf

eines warmblütigen Thieres an diesem Metall für das Blut und die Muskelsubstanz gedeckt, und aufserdem eine so bedeutende Menge ausgesondert werden konnte, sich dieses auch in andern Theilen seines Körpers vorfinden könne. Nun mufsten aber die Federn dieses Vogels zuerst durch ihre tiefschwarze Farbe zur Prüfung derselben auf Eisen auffordern. Ich kochte zu diesem Ende dieselben in Ätzkalilauge, erhielt eine rothbraune alkalische Auflösung, welche durch Säure neutralisirt blafsgelb wurde, aber keinen Niederschlag absetzte, und auch mit Blutlauge nicht auf Eisen reagirte; dabei blieb der schwarze Farbestoff derselben ungelöset und unverändert zurück. Dieser löste sich in kochender Salpetersäure, nachdem er zuerst seine schwarze Farbe in eine rothbraune verändert hatte, nicht gar leicht, gab eine gelbe Auflösung, in welcher Ammoniak einen rothbraunen, Blutlauge einen blauen Niederschlag erzeugte, wornach das Eisen als färbender Stoff dieser Federn erwiesen war. Sollte man dieses als Eisensalz annehmen, dann hätte es nur gallussaures Eisenperoxyd seyn müssen, weil wir kein anderes schwarzes Eisensalz kennen; allein dieses wäre durch die Kalilauge zerlegt, und das reine Eisenperoxyd als brauner Rückstand ausgeschieden worden, es mufste daher als Eisencarbonid angesehen werden, indem es nur dieselbe Verbindung von Eisen und Kohlenstoff war, die im oxydirten Zustande als Salz durch den Unterleib an den Eyern, im desoxydirten durch die Haut an den Haaren ausgeschieden wurde. Als reines Eisenprotoxyd konnte dieser Farbestoff nicht angesehen werden, denn diefs ist nicht schwarz, sondern grauschwarz, auch war eine so innige Mengung desselben mit den organischen Stoffen nicht denkbar, wie diefs zur Hervorbringung einer so gleichförmigen Farbe nöthig gewesen wäre. *Berzelius* glaubt,

dafs solche schwarze Eisencarbonide durch trockene Destillation einer Verbindung des Eisens mit organischen Säuren entstehen können; er weiset ihre Existenz durch Versuche nach, wenn Doppelcyanide des Eisens mit andern schweren und leichten Metallen auf ähnliche Weise behandelt werden. Sie sind zwar bisher noch nicht im Verhältnisse des carbonsauren Eisens zusammengesetzt gefunden worden, indefs kann man doch nicht läugnen, dafs in der chemischen Werkstätte des organischen Lebens Verbindungen hervorgebracht werden können, die aufser derselben darzustellen unmöglich ist.

Die Excremente würden wohl auch eisenhältig gewesen seyn, allein zu der Zeit, wo ich die Untersuchung derselben vornehmen wollte, war der Kasuar schon krank, ich konnte sie daher, da sie nicht mehr im normalen Zustande zu bekommen waren, nicht als Grundlage einer Prüfung erkennen, die für den gesunden Zustand des Thieres einen Schlufs erlauben sollte.

Wenn man nun die Menge des Eisens erwäget, die in den Haaren dieses grofsen Vogels vorhanden seyn mufste, und die zur Färbung der Eyer erforderlich war, so mufs diefs um so mehr auffallen, als die Nahrung desselben rein vegetabilisch ist. Er bekam Brot, Mais, Möhren, Obst, Kohl, Salat, und nur wenig Rinderherz. Wenn es gleich sehr wahrscheinlich ist, dafs das Eisen, welches in dem Blute warmblütiger Thiere vorkommt, wenigstens zum Theil Product des Lebensprozesses ist, so findet es sich doch nur in geringer Menge daselbst; hier wird es aber in solcher Menge erzeugt, dafs aufser dem Bedarf des organischen Lebens noch ein bedeutender Antheil ausgeschieden werden kann, und doch ist der Vegetationsprozefs nicht so energisch in diesem Thiere, wie in vielen andern, die keine metallhältigen Auswurfstoffe haben. So unerklärbar jedoch

dieses einzelne Factum vor uns steht, so dürfte es jedoch zur chemischen Untersuchung ähnlicher Theile anderer Vögel auffordern, denn grün gefleckte Eyer und schwarze glänzende Federn sind unter ihnen keine Seltenheit. Es würde sich gewifs bei mehreren das Eisen auf ähnliche Art nachweisen lassen, und dann erst durch die Vergleichung ihrer gegenseitigen Lebensweise eine tiefere Einsicht in den vegetativen Lebensprozefs dieser Thierclasse eröffnen.

Eine genaue Vergleichung der Menge des Eisens, die sich im Blute des Kasuars und anderer eisenabsondernder Vögel und in ihren Auswurfsstoffen findet, mit der Eisenmenge des Blutes solcher Thiere, die kein Metall aussondern, vorzüglich vielleicht der Raubvögel und Raubthiere, dürfte etwa lehren, dafs diese einen Stoff ganz in sich tragen, der, wenn auch nicht Ursache, doch Zeichen eines energischen, mehr nach aufsen thätigen Lebens und gröfserer Wildheit des Charakters ist, während jene, wenn sie gleich eben so viel davon erzeugen, ihn zum Theil aussondern müssen, weil sie auf einer Stufe zu stehen bestimmt sind, von welcher aus sie jene an Energie des Lebensprozesses nie erreichen sollen.

Immer bleibt es merkwürdig, dafs gerade dieses so häufige, schnell auf einander folgende Eyerlegen, welches noch nie in dem Grade bei diesem Kasuar beobachtet wurde, seiner letzten Krankheit unmittelbar vorherging. Als ich ihn sah, trug er das Gepräge allgemeiner Erschöpfung deutlich an sich, und dieser mufste er auch unterliegen, wenn, durch irgend eine unbekannte Ursache angeregt, er eine so ungewöhnliche Menge eines Körpers in sich erzeugte, dessen Darstellung die gröfste Intension des thierisch-organischen Lebensprozesses voraussetzt.

II.

Über die Grundgesetze der Wärme, und über das wahre Maſs der Temperaturen;

von

Joseph Schitko,

k. k. Bergrath und Professor an der Bergacademie zu Schemnitz.

(Fortsetzung des in dem 4ten Bande S. 436 dieser Zeitschrift enthaltenen Aufsatzes.)

Die Thermometer können uns nur die fühlbare, freie Wärme angeben. Es ist aber bekannt, daſs die Körper noch auſserdem Wärme in einem solchen Zustande enthalten, in welchem sie auf das Thermometer nicht einwirkt. Man nennt sie gewöhnlich latente oder gebundene Wärme. Die absolute Menge der Wärme, die ein gegebener Körper in sich enthält, können wir zwar nicht bestimmen, weil uns noch kein Mittel bekannt ist, sie in einen freien, und auf irgend eine Art meſsbaren Zustand zu versetzen; allein die Bestimmung derjenigen Wärmemenge, die ein Körper aufnimmt, um von einer gegebenen Temperatur auf eine andere zu gelangen, oder um eine bestimmte Änderung in seinem Aggregatzustande zu erleiden, dürfte nicht unter die unmöglichen Aufgaben gehören. *Wilke*, *Crawford*, *Mayer*, *Lavoisier*, *Laplace* und viele Andere waren bemüht, die specifische Wärme, das ist, die verhältniſsmäſsige Menge der Wärme, die verschiedene Körper zur Erlangung einer gleichen Temperatur erfordern, durch Versuche zu bestimmen. Eben so war *Black* mit Anderen beflissen, die Quantität derjenigen Wärme anzugeben, welche die Körper beim Übergange aus einem

Aggregatzustande in den andern binden oder entbinden. Allein über die Wärmemenge, die ein und derselbe Körper in verschiedenen Temperaturen aufnimmt, sind bisher nur wenige Versuche vorgenommen worden. Man war vielmehr der Meinung, dafs die Capacität zur Wärme bei verschiedenen Temperaturen unverändert dieselbe bleibe. Allein, wenn man bedenkt, dafs die Ausdehnung schon die erste Veränderung ist, die der Körper durch die Wärme erleidet; so wird es nicht unwahrscheinlich, dafs schon diese Veränderungen verschiedene Wärmemengen erfordern werden. *Dulong* und *Petit* haben hierüber entscheidende Versuche angestellt, und gefunden, dafs allerdings die Capacität zur Wärme mit der Temperatur zunehme. Die aufgefundenen Resultate sind in *Schweigger's* Journal für Chemie und Physik, XXV. B. 319 enthalten.

Es ist nun zu bestimmen, von welchem Umstande die Veränderung in der Wärme-Capacität bei verschiedenen Temperaturen abhänge. Ich stelle mir vor, dafs die Wärme, die ein Körper aufnimmt, die aber das Thermometer nicht in gleichem Mafse angibt, durch eine wachsende Anziehung gegen die Körperelemente in ihrer freien Expansivkraft beschränkt werde. Da ich nun den Grundsatz aufstellte, dafs die Ausdehnung der Körper durch die Wärme wegen des abnehmenden Widerstandes so zunehme, als wenn die Temperatur um einen aliquoten Theil im quadratischen Verhältnisse der Wärmegrade wüchse; so ist zu vermuthen, dafs die Körperelemente in demselben Verhältnisse, als sie der Expansivkraft der Wärme minder widerstehen, und durch ihre Entfernung von einander sich gegenseitig weniger anziehen, gegen den Wärmestoff eine gröfsere Anziehung ausüben, und denselben in seiner freien Expansion mehr binden werden.

Will man nun den aliquoten Theil der Wärme, die auf diese Art gebunden und latent wird, mit γ bezeichnen; so wird bei x Graden der freien Wärme, die durch eine zunehmende Ausdehnung latent gewordene Wärme γx^2, und die Wärmemenge, die der Körper zur Erlangung einer Temperatur von x Graden über einen bestimmten Temperaturspunct aufnimmt, $x + \gamma x^2$ betragen müssen. Ich will diese aus freier und gebundener Wärme zusammengesetzte Menge die vereinte oder gesammte Wärme nennen. Es wird sich hiernach die fühlbare Wärme zur Gesammtwärme wie $x : x + \gamma x^2$, oder wie $1 : 1 + \gamma x$ verhalten. Will man die Verhältnifsgröfse $1 + \gamma x$ die Temperaturs-Capacität nennen; so wird sie für eine jede gegebene Temperatur angeben, wie viel Mal mehr Wärme der Körper in sich aufgenommen hat, als das Thermometer wirklich anzeigt. Wird $x = 0$ gesetzt, so ist die Temperaturs-Capacität gleich Eins, das ist: sie ist bei demjenigen Temperaturspuncte, von welchem die Wärmegrade gezählt werden, zur Einheit gesetzt.

Das bisher Angeführte gilt nur in Bezug auf einen und denselben Körper, der auf verschiedene Temperaturen gebracht wird. Werden aber verschiedene ungleichartige Körper von gleichen Massen auf gleiche Temperaturen gebracht, so ist es einleuchtend, dafs sie wegen ihrer ursprünglich ungleichen Anziehung zum Wärmestoffe auch eine ungleiche Menge an Wärme binden werden. Will man das specifisch verschiedene Bindungsvermögen mit δ bezeichnen; so wird $\delta(1 + \gamma x)$ die specifische Capacität, und $\delta(1 + \gamma x) x$ die specifische Wärmemenge für jede gegebene Temperatur ausdrücken. Wird hier $x = 0$ gesetzt, so ist die Wärme-Capacität $= \delta$, also keineswegs eine Einheit. Man kann aber bei einem angenommenen Körper, wie zum Beispiele bei

dem Wasser, die ursprüngliche Bindungskraft zur Einheit setzen, und darnach die Werthe von δ für andere Materien bestimmen.

Da sich im Übrigen die Wärmemenge auch nach der Masse des Körpers richtet; so ist, wenn man die Massen mit m, M, und die Quantitäten der Wärme mit q und Q bezeichnet:

$$q : Q = m\delta(1 + \gamma x)x : M\delta'(1 + \gamma' X)X.$$

Wird $m = M$ und $x = X$ gesetzt; so erhält man das Verhältniſs der specifischen Wärme, wie

$$\delta(1 + \gamma x) : \delta'(1 + \gamma' x).$$

Bei gleichartigen Körpern ist $\delta = \delta'$ und $\gamma = \gamma'$, und daher

$$q : Q = m(1 + \gamma x)x : M(1 + \gamma X)X.$$

Um nun zu sehen, wie diese aufgestellte Theorie mit der Erfahrung übereinstimmen werde, ist es vor allem erforderlich, die Werthe von δ und γ zu bestimmen. Zu diesem Ende kann man sich derjenigen Methode bedienen, nach welcher gleichartige oder ungleichartige Körper von verschiedener Temperatur gemengt werden, und wobei die gemeinschaftliche Temperatur, welche die Körper nach der Mengung annehmen, beobachtet wird.

Werden zwei gleichartige Massen M und m von den Temperaturen X und x vermengt, und wird dann nach der Vermengung die gemeinschaftliche Temperatur z gefunden; so ist die Quantität der Wärme vor der Mischung

$$M(X + \gamma X^2) + m(x + \gamma x^2),$$

und nach der Vermischung

$$(M + m)(z + \gamma z^2).$$

Da aber die Wärmemengen vor und nach der Mischung

einander gleich seyn müssen, so ist

$$M(X + \gamma X^2) + m(x + \gamma x^2) = (M + m)(z + \gamma z^2);$$

woraus sich der Werth von γ bestimmen läſst. Es ist nämlich

$$\gamma = \frac{(M + m) z - (MX + mx)}{MX^2 + mx^2 - (M + m) z^2} \text{ oder}$$

$$= \frac{m(z - x) - M(X - z)}{M(X^2 - z^2) - m(z^2 - x^2)}.$$

Ist $x = 0$; so hat man

$$\gamma = \frac{(M + m) z - MX}{MX^2 - (M + m) z^2} \text{ oder}$$

$$= \frac{mz - M(X - z)}{M(X^2 - z^2) - mz^2}.$$

De Luc hat zahlreiche Versuche dieser Art mit Wasser angestellt. Werden zwei gleiche Wassermassen, wovon die eine die Temperatur des natürlichen Gefrierpunctes, und die andere des Siedpunctes hat, mit einander vermengt; so hat *De Luc* nach der Mischung die Temperatur von 38,6° *R.* oder 48,25 *C°* gefunden, welche 42,7171 eigentliche Wärmegrade geben. Da nun nach diesem Versuche

$x = 0$, $X = 80{,}1494\ W^\circ$, $z = 42{,}7171\ W^\circ$ und $M = m$

ist; so ergibt sich $\gamma = 0{,}0019048$.

Ist nun der Werth von γ gefunden; so läſst sich auch z, das ist: die gemeinschaftliche Temperatur, die bei jeder anderen Vermischung Statt findet, durch Berechnung bestimmen. Es ist nämlich

$$z = \frac{-1 + \sqrt{\frac{4\gamma(M(X + \gamma X^2) + m(x + \gamma x^2))}{M + m} + 1}}{2\gamma}.$$

Ist $x = 0$; so hat man

$$z = \frac{-1 + \sqrt{\frac{4\gamma M(X + \gamma X^2)}{M + m} + 1}}{2\gamma}$$

Werden 3 Theile Wasser von Null Graden mit einem Theile von der Temperatur des Siedepunctes gemengt; so sollte nach dem arithmetischen Mittel die Temperatur von 20 R^0 zum Vorschein kommen. *De Luc* fand sie aber 18,9 R^0 oder 23,625 C^0, die 22,1732 eigentliche Wärmegrade betragen. Hier ist $x = 0$, $X = 80{,}1494$ W^0, $m = 3$ und $M = 1$; werden diese Daten in die Gleichung für z substituirt, so erhält man durch Berechnung die gemeinschaftliche Temperatur $z = 22{,}1610$ W^0, die nur um 0,0122 kleiner als die beobachtete ist.

Werden hingegen 3 Theile von 80 R^0 mit einem Theile von 0^0 gemischt, so sollte nach der *Richmann'*schen Regel die Temperatur von 60^0 *R.* zum Vorschein kommen. *De Luc* fand sie aber 59 R^0 oder 73,75 C^0, welche 61,9722 W^0 geben.

Wenn man diese Werthe, nämlich

$$x = 0, \quad X = 80{,}1494, \quad m = 1 \quad \text{und} \quad M = 3$$

in die frühere Formel setzt; so wird man die Mischungstemperatur $z = 61{,}9735$ W^0 finden, die nur um 0,0013 gröſser als die beobachtete ist.

Später stellte *Flaugergues* diese Versuche nochmals mit einem vorzüglich groſsen Aufwande von Sorgfalt und mit groſser Vorsicht an. Er erhielt folgende Resultate:

3 Thl. Wasser von 0^0, und 1 Thl. von 80 R^0 gaben 19,86 R^0 oder 24,825 C^0.

2 Thl. Wasser von 0^0, und 2 Thl. von 80 R^0 gaben 39,81 R^0 oder 49,7625 C^0.

1 Thl. Wasser von 0^0, und 3 Thl. von 80 R^0 gaben 59,87 R^0 oder 74,8375 C^0.

Werden die Wärmegrade der Centes. Scale in die eigentlichen wahren übersetzt; so ergibt sich aus dem mittleren Versuche $\gamma = 0{,}002988169$, und es zeigt sich

zwischen der Erfahrung und Theorie folgende Übereinstimmung:

Versuche.	Temperatur der Mischung.			Unterschied.
	Beobachtet.		Berechnet.	
1.	24,8250 C°	23,2280 W°	23,2245 W°	0,0035
2.	49,7625 »	43,9109 »	43,9109 »	0,0000
3.	74,8375 »	62,7556 »	62,7448 »	0,0108

Flaugergues fand die Temperaturen der Mischungen etwas höher, als *De Luc*. Dieses dürfte der grofsen Sorgfalt, die jener bei diesen Versuchen angewendet haben mochte, zuzuschreiben seyn. Mir ist das Verfahren, welches dabei beobachtet wurde, nicht bekannt. Allein es ist auch möglich, dafs man aus allzu grofser Vorsorge, ja keine Wärme zu verlieren, in den entgegengesetzten Fehler verfallen könne. Wenn man, zum Beispiel, das Behältnifs, in welchem die Mischung vorgenommen wird, in der Voraussetzung, dafs die Temperatur der Mischung das arithmetische Mittel erlangen solle, auf diese Temperatur bringt; so mufs die Mischung einen höheren Wärmegrad erhalten, als es bei übrigens gleichen Umständen seyn sollte.

Da sich nun die Menge der Wärme, die ein gegebener Körper zur Erlangung einer bestimmten Temperatur in sich aufnimmt, nicht nur nach der freien Wärme x, sondern auch nach der gebundenen γx^2 richtet, und daher durch $x + \gamma x^2$ bestimmt wird; so ergibt sich die Gesammtwärme des Wassers beim Siedepuncte nach *De Luc's* Versuchen mit 92,3857, nach *Flaugergues* aber mit 99,3454.

Man kann aber auch noch von einer anderen Ansicht ausgehen, um die Gesammtwärme unabhängig von

den Versuchen zu bestimmen. Wenn der Widerstand, den die Körpertheile der ausdehnenden Kraft der Wärme entgegen setzen, bei allen Körpern und in allen Temperaturen derselbe bliebe, oder wenn vielmehr kein Widerstand Statt fände; so könnte auch die Anziehung zum Wärmestoffe mit der Ausdehnung nicht wachsen. Die gesammte Wärme, die der Körper zur Erlangung einer bestimmten Ausdehnung erfordert, müſste ganz als freie Wärme hervortreten. Unter dieser Voraussetzung müſste auf eine ähnliche Art, wie bei den expansiblen Flüssigkeiten

$$1 + \mu' y' = (1 + \mu')^q \text{ und } q = \frac{\log.(1 + \mu' y')}{\log.(1 + \mu')}$$

seyn, wo μ' und y' die in dem vierten Bande dieser Zeitschrift angegebene analoge Bedeutung haben; q bezeichnet aber die gesammte Wärme.

Um nun die Gesammtwärme zu finden, ist lediglich die für eine gleichförmige Ausdehnung bestimmte Gröſse μ', und die der Ausdehnung entsprechenden Grade y' zu wissen erforderlich. Da aber Thermometer, die aus verschiedenen Materien verfertigt sind, keine vollkommen übereinstimmenden Grade nach der gemeinen Scale anzeigen, und nur beim Siedepuncte zusammentreffen; so ist es am einfachsten, wenn man die Gesammtwärme vorerst für den Siedepunct bestimmt. Will man das Volumen, welches ein gegebener Körper beim Siedepuncte annimmt, mit v bezeichnen, so ist die gesammte Wärme für diesen Temperaturspunct $= \frac{\log. v}{\log.(1 + \mu')}$.

Ich will nach dieser Ansicht vorerst die vereinte Wärme des Wassers bestimmen.

Das Gesetz für die gesammte Wärme des Wassers sollte eben so, wie jenes für die Ausdehnung, nur von der gröſsten Dichtigkeit, die das Wasser annimmt, bis

zum Siedepuncte gelten. Da man aber bei den bisherigen Bestimmungen den natürlichen Gefrierpunct zum Anfangspuncte wählte; so will ich auch von diesem Puncte ausgehen. Es ist zu vermuthen, daſs sich das Gesetz der Capacität für die Wärme auſserhalb der gröſsten Dichte des Wassers bis zu dessen Gefrierpuncte nicht merklich verändern werde. Da nun die Ausdehnung des Wassers beim Siedpuncte 0,04497 beträgt; so ergibt sich für eine 100theilige Eintheilung $\mu' = 0{,}0004497$. Es ist daher die gesammte Wärme, die das Wasser vom natürlichen Gefrier- bis zum Siedpuncte aufnimmt, $= \frac{\log 1{,}04497}{\log. 1{,}0004497} = 97{,}8177$. Nach *Flaugergues* Mischungsversuchen sollte sie 99,3454, und nach *De Luc's* 92,3857 betragen.

Wird von dieser gefundenen Gesammtwärme die fühlbare Wärme, nämlich 80,1494 W^0 abgezogen, so ergibt sich die bei der Ausdehnung wegen des nachlassenden Widerstandes latent gewordene Wärme $= 17{,}6683$, und man erhält

$$\gamma = \frac{97{,}8177 - 80{,}1494}{80{,}1494^2} = 0{,}00275038.$$

Im Allgemeinen ist $\gamma = \frac{\log. v - x \log. (1 + \mu')}{x^2 \log. (1 + \mu')}$, wo x die eigentlichen Wärmegrade des Siedpunctes bedeutet.

Für das Quecksilber ist

$$\mu' = 0{,}00018018 \quad \text{und} \quad v = 1{,}018018.$$

Werden diese Werthe in die Gleichungen für q und γ substituirt; so erhält man die gesammte Wärme, die das Quecksilber vom natürlichen Gefrier- bis zum Siedpuncte aufnimmt $= 99{,}1752$ W^0 und $\gamma = 0{,}0029633$.

Auf gleiche Art habe ich die Gröſsen q und γ für nachfolgende Materien berechnet:

Für das Eisen ist . . $q = 99{,}9350$,
$\gamma = 0{,}0030794$.

» » Kupfer ist . . $q = 99{,}9148$,
$\gamma = 0{,}0030768$.

» » Zink ist . . $q = 99{,}8538$,
$\gamma = 0{,}0030673$.

» » Glas ist . . . $q = 99{,}9504$,
$\gamma = 0{,}0030824$.

» Luft und Dampf ist $q = 85{,}0801$,
$\gamma = 0{,}0007675$.

Das bisher Angeführte bezieht sich bloſs auf Körper einerlei Art, die auf verschiedene Temperaturen gebracht werden. Bei dieser Betrachtung konnte das ursprüngliche Bindungsvermögen zur Einheit gesetzt werden. Wenn aber Körper verschiedener Art mit einander verglichen werden, so kann auch die Kraft, mit der sie die Wärme binden, verschieden seyn. Wenn zum Beispiele das Bindungsvermögen im Wasser 33 Mal gröſser als im Quecksilber seyn sollte; so wird sich die Wärme-Capacität des Wassers zu jener des Quecksilbers bei gleichen Massen und Temperaturen wie
$33\,(1 + \gamma' x) : 1 + \gamma x$ oder wie $1 + \gamma' x : \frac{1}{33}(1 + \gamma x)$, und überhaupt wie $1 + \gamma' x : \delta\,(1 + \gamma x)$ verhalten müssen.

Sind die Gröſsen γ' und γ für das Wasser und für jeden andern gegebenen Körper durch Versuche oder durch Ableitung aus dem Ausdehnungsgesetze bekannt; so läſst sich dann auch das specifische Bindungsvermögen δ bestimmen. Zu diesem Ende kann man sich auch hier der Mischungen ungleichartiger Materien, in so weit sie zuläſsig sind, bedienen.

Werden zwei ungleichartige Körper, deren Massen m, M, und Temperaturen x, X sind, mit einander ver-

mengt, und erlangt die Mischung die Temperatur z; so ist die Wärmemenge vor der Mischung

$$m\delta(x + \gamma x^2) + M\delta'(X + \gamma' X^2),$$

und nach der Mischung

$$m\delta(z + \gamma z^2) + M\delta'(z + \gamma' z^2);$$

da nun diese Werthe einander gleich seyn müssen, so ist

$$\delta' : \delta = m(z + \gamma z^2 - (x + \gamma x^2)) : M(X + \gamma' X^2 - (z + \gamma' z^2)).$$

Das ist: das ursprüngliche Bindungsvermögen stehet im umgekehrten Verhältnisse der Unterschiede der gesammten Wärme. Wird die wärmebindende Kraft des Wassers zur Einheit gesetzt; so hat man

$$\delta = \frac{M(X + \gamma' X^2 - (z + \gamma' z^2))}{m(z + \gamma z^2 - (x + \gamma x^2))}.$$

Wird zum Beispiele ein Pfund Wasser von 100 C^0 mit einem Pfunde Quecksilber von 0° gemengt, so wird die Mischung die Temperatur von 96,8 C^0 annehmen. Nach der gewöhnlichen Berechnung in der Voraussetzung, dafs sich die Capacitäten zur Wärme mit den Temperaturen nicht ändern, ergibt sich die specifische Wärme des Quecksilbers 0,033: Werden aber die angegebenen Temperaturen in die eigentlichen Wärmegrade übersetzt, und in die Gleichung für δ substituirt, wo $X = 80,1494$, $z = 78,0260$, $\gamma = 0,00296$ und $\gamma' = 0,00275$ zu setzen sind; so ergibt sich $\delta = 0,03197$.

Da sich nun die specifische Wärme nicht nur nach dem ursprünglichen Bindungsvermögen, sondern auch nach der Temperaturs-Capacität richtet; so steht sie bei gleichen Temperaturen in dem Verhältnisse, wie $1 + \gamma' x : \delta(1 + \gamma x)$, oder wie $1 : \frac{\delta(1 + \gamma x)}{1 + \gamma' x}$. So wird sich zum Beispiele die specifische Wärme des Quecksilbers für den Siedpunct

$$= 0{,}03197 \left(\frac{1 + 0{,}00296 \times 80{,}1494}{1 + 0{,}00275 \times 80{,}1494}\right) = 0{,}03240$$

ergeben.

Nach der gewöhnlichen Berechnungsart findet man sie 0,033. *Lavoisier* und *Laplace* fanden sie mittelst des Calorimeters 0,029.

Auf eine ähnliche Art wird man die specifische Wärme des Quecksilbers bei 300 C^0 oder 178,5636 W^0 gleich 0,0328 finden.

Dulong und *Petit* fanden die Wärme-Capacität des Quecksilbers bei 100 C^0 0,033, und bei 300 C^0 0,035; wobei sie sich eines Luftthermometers bedienten. Sie würden diese Zunahme geringer gefunden haben, wenn sie die Wärmegrade nach dem Quecksilberthermometer in die Rechnung gebracht hätten. Nach ihrer Angabe sind 300 Grade des Luftthermometers gleich 314,15 Graden des Quecksilberthermometers zu setzen. Übrigens scheinen sie die mit der Temperatur wachsende Capacität des Wassers nicht erforschet und in keinen Anschlag gebracht zu haben.

Wenn 1 Pfund gewöhnliches Glas, das auf 86 C^0 nach der gemeinen Scala erhitzt wurde, in 10 Pfund Wasser von 0^0 gebracht wird; so steigt die Temperatur des Wassers auf 1,470 C^0. Hiernach hat *Biot* die specifische Wärme des Glases = 0,1739 gefunden. Werden aber die angegebenen Temperaturen in die eigentlichen Wärmegrade übersetzt; so wird man 86 C^0 = 70,63878, und 1,470 C^0 = 1,46788 W^0 finden, und es wird sich δ = 0,1740 ergeben. Für den Siedpunct wird man auf die früher angegebene Art die specifische Wärme des Glases = 0,1778 finden. *Dulong* fand sie = 0,177, und *Lavoisier* mittelst des Calorimeters = 0,1929. Bei 300 C^0 oder 187,5636 W^0 steigt sie auf 0,1811. *Dulong* gibt sie bei 300 Luftthermometergraden mit 0,190 an.

Wird ein Pfund Eisen von 100 C° in ein Pfund Wasser von 0° eingetaucht; so findet man die Temperatur nach der Mittheilung = 9,9 C°. Hieraus ergibt sich nach der gewöhnlichen Berechnung die specifische Wärme des Eisens = 0,10987.

Da 9,9 C° 9,6429 eigentliche Wärmegrade geben, und für Eisen γ = 0,003079 ist; so wird δ = 0,10998 gefunden.

Beim Siedpuncte ist die specifische Wärme des Eisens = 0,11236. *Lavoisier* fand sie 0,1105. Bei 300 C° oder 187,5636 W° ist sie 0,1145. *Dulong* fand die specifische Wärme des Eisens bei 100 C° 0,1098, und bei 300 Luftthermometergraden 0,1218.

Obschon das von *Lavoisier* und *Laplace* angegebene Calorimeter sehr viel Vorsicht in der Behandlung erfordert, um gleichbleibende Resultate zu erhalten; so ist es doch das einzige Mittel, um über die Wärme-Capacität der Körper ohne Einfluſs einer Theorie zu entscheiden. Werden die Körper, die man in dieser Hinsicht untersuchen will, auf gleiche Temperaturen gebracht, und dann im Calorimeter bis zum Eispuncte abgekühlt; so werden die durch die Wärme dieser Körper geschmolzenen Eismengen das Verhältniſs ihrer specifischen Wärme angeben, ohne daſs die Temperaturen auf irgend eine Art in Rechnung gebracht werden dürfen. Allein leider sind die Versuche nicht immer auf diese Art ausgeführt worden. Man hat sich dabei auch verschiedener Temperaturen bedient, und die geschmolzenen Eismengen wurden dann für gleiche Temperaturen in der Voraussetzung berechnet, daſs die Capacität zur Wärme in allen Temperaturen dieselbe bleibe, und die Menge des geschmolzenen Eises mit der Anzahl der Wärmegrade im Verhältnisse stehe. So haben *Lavoisier* und *Laplace* gefunden, daſs ein Pfund Wasser, dessen

Temperatur auf 75 C^0 erhöht wurde, genau ein Pfund Eis schmelze. Hieraus wird nun gefolgert, dafs es für jeden Wärmegrad der 100theiligen Scale $\frac{1}{75} = 0{,}013333$ Pf., und bei 100 C^0 1,3333 Pf. schmelzen würde. Dieses Datum liegt allen übrigen Bestimmungen zu Grunde, während die übrigen untersuchten Körper auf andere Temperaturen gebracht wurden. So wurden 7,7070319 Pf. Eisenblech bis auf 78 R^0 oder 97,5 C^0 erhitzt, und das Calorimeter gab 1,109795 Pf. geschmolzenes Eis. Hieraus wird auf gleiche Art gefolgert, dafs ein Pfund von diesem Eisenbleche für einen Grad der Centes. Scale 0,0014735 Pf., und bei 100 C^0 0,14735 Pf. schmelzen würde, und dafs sich daher die specifische Wärme des Wassers zu jener des Eisens wie 1,3333 : 0,14735, oder wie 1 : 0,1105 verhalte.

Dafs diese Reduction von verschiedenen Temperaturen auf eine und dieselbe Temperatur eine in allen Temperaturen sich gleich bleibende Capacität voraussetzt, ist deutlich. Allein gegen diese Annahme sprechen die Versuche, welche *De Luc* und *Flaugergues* mit Wasser, und *Dulong* und *Petit* mit Quecksilber, Eisen, Glas und mehreren andern Körpern angestellt haben. Nach der von mir aufgestellten Ansicht müssen sich die Eismengen, die ein und derselbe Körper in verschiedenen Temperaturen schmelzen würde, wie die vereinigten Wärmemengen verhalten. Wenn p und P das Gewicht des geschmolzenen Eises bedeuten, so ist

$$p : P = x + \gamma x^2 : X + \gamma X^2.$$

Da es nun aus Versuchen bekannt ist, dafs 1 Pf. Wasser von 75 C^0 oder 62,8723 W^0 1 Pf. Eis schmilzt; so läfst sich nun auch finden, wie viel 1 Pf. Wasser von 100 C^0 oder 80,1494 W^0 schmelzen würde. Wird hier $\gamma = 0{,}00275$ gesetzt; so ergibt sich die geschmolzene Eismenge beim Siedpuncte = 1,32643 Pf.

Da ferner zu Folge des Versuches 7,7070319 Pf. Eisenblech von 97,5 C^0 oder 78,4799 W^0 1,109795 Pf. Eis schmolz; so wird, $\gamma = 0{,}003079$ gesetzt, auf eine gleiche Art gefunden, daſs 1 Pf. Eisenblech von der Temperatur des Siedpunctes 0,1477 schmelzen würde. Hieraus ergibt sich nun die specifische Wärme des Eisenbleches für den Siedpunct $= \frac{0{,}1477}{1{,}3264} = 0{,}1113$, die dem aus dem Mischungsversuche gefundenen Resultate näher kommt.

Wenn unter p und P die Eismengen, die zwei ungleichartige Körper schmelzen, verstanden werden; so ist im Allgemeinen

$$p : P = m\delta\,(x + \gamma x^2) : M\delta'\,(X + \gamma' X^2)$$

$$\text{und} \quad \delta : \delta' = \frac{p}{m(x + \gamma x^2)} : \frac{P}{M(X + \gamma' X^2)}.$$

Das ist: das ursprüngliche Bindungsvermögen steht im geraden Verhältnisse der geschmolzenen Eismengen, und im umgekehrten der Massen und der gesammten Wärme der Körper. Bei gleichen Temperaturen ist hingegen

$$p : P = m\delta\,(1 + \gamma x) : M\delta'\,(1 + \gamma' x)$$

$$\text{und} \quad \delta\,(1 + \gamma x) : \delta'\,(1 + \gamma' x) = \frac{p}{m} : \frac{P}{M}.$$

Das ist: die specifische Wärme ist bei einer gegebenen Temperatur im geraden Verhältnisse der geschmolzenen Eismengen, und im umgekehrten der Massen der Körper.

Nachstehende Tabellen geben eine Übersicht über die freie, latente und vereinte Wärme, so wie auch über die Capacitäten einiger Körper zur Wärme. Die erste Spalte enthält die Wärmegrade nach der gemeinen 100theiligen Scale; in der zweiten sind diese Grade auf die eigentlichen Temperaturgrade übersetzt; hiernach sind sodann die latente und vereinte Wärme, dann die

Temperaturs- und specifische Capacität nach den angegebenen Grundsätzen und Formeln berechnet.

Tabelle I.

Für das Wasser ist $\gamma = 0,0027504$ und $\delta = 1$.

Freie Wärme.		Gebundene Wärme.	Gesammte Wärme.	Temperaturs-Capacität.
0 C^0	0 W^0	0	0	1
1	1	0,0027	1,0027	1,0027
20	18,9489	0,9874	19,9363	1,0521
40	36,0763	3,5791	39,6554	1,0992
60	51,8113	7,3821	59,1934	1,1425
80	66,4365	12,1380	78,5745	1,1827
100	80,1494	17,6683	97,8177	1,2204
200	139,0766	53,1913	192,2679	1,3825
300	187,5636	96,7453	284,3089	1,5158

Es kann zwar das Gesetz für die Temperaturs-Capacität des Wassers nur innerhalb der fixen Puncte wirklich gelten. Allein, in so ferne man die Capacität und die specifische Wärme des Wassers zur Einheit setzt, und damit die Wärmemengen anderer Körper bei gleichen Temperaturen vergleicht, muſs man, um diese Vergleichung auch in höheren Temperaturen anstellen zu können, annehmen, daſs dieses Gesetz auch über den Siedpunct auf eine gleiche Art fortbestehen würde, wenn das Wasser seinen Aggregationszustand nicht veränderte. Zweckmäſsiger würde es aber seyn, wenn man einen andern Körper, der nicht auf so enge Grenzen beschränkt ist, zu dieser Vergleichung wählte. Unter den tropfbaren Flüssigkeiten würde sich das Quecksilber zu dieser Absicht am besten eignen.

Tabelle II.

Für das Quecksilber ist $\gamma = 0{,}0029633$ und $\delta = 0{,}03197$.

Freie Wärme.		Gebundene Wärme.	Gesammte Wärme.	Temperaturs-Capacität.	Specifische Capacität.
0 C°	0 W°	0	0	1	0,0320
1	1	0,0030	1,0030	1,0030	0,0320
20	18,9489	1,0628	20,0117	1,0561	0,0321
40	36,0763	3,8524	39,9287	1,1068	0,0322
60	51,8113	7,9459	59,7572	1,1534	0,0323
80	66,4365	13,0649	79,5014	1,1966	0,0323
100	80,1494	19,0258	99,1752	1,2372	0,0324
200	139,0766	57,2532	196,3298	1,4117	0,0326
300	187,5636	104,1331	291,6967	1,5552	0,0328

Tabelle III.

Für das Eisen ist $\gamma = 0{,}0030794$ und $\delta = 0{,}10998$.

Freie Wärme.		Gebundene Wärme.	Gesammte Wärme.	Temperaturs-Capacität.	Specifische Capacität.
0 C°	0 W°	0	0	1	0,1100
1	1	0,0031	1,0031	1,0031	0,1100
20	18,9489	1,1059	20,0548	1,0584	0,1106
40	36,0763	4,0086	40,0849	1,1111	0,1112
60	51,8113	8,2680	60.0793	1,1596	0,1116
80	66,4365	13,5945	80,0310	1,2046	0,1120
100	80,1494	19,7856	99,9350	1,2468	0,1124
200	139,0766	59,5743	198,6509	1,4283	0,1136
300	187,5636	108,3547	295,9183	1,5777	0,1145

Tabelle IV.

Für das Glas ist $\gamma = 0{,}0030824$ und $\delta = 0{,}1740$.

Freie Wärme.		Gebundene Wärme.	Gesammte Wärme.	Temperaturs-Capacität.	Specifische Capacität.
0 C°	0 W°	0	0	1	0,1740
1	1	0,0031	1,0031	1,0031	0,1741
20	18,9489	1,1068	20,0557	1,0584	0,1750
40	36,0763	4,0117	40,0880	1,1112	0,1759
60	51,8113	8,2744	60,0857	1,1597	0,1766
80	66,4365	13,6051	80,0416	1,2048	0,1772
100	80,1494	19,8010	99,9504	1,2470	0,1778
200	139,0766	59,6207	198,6973	1,4287	0,1798
300	187,5636	108,4391	296,0027	1,5781	0,1811

Das bisher Angeführte gilt in so ferne, als der Körper seinen Aggregationszustand beibehält; so wie er aber diesen verändert, nimmt er eine andere Menge von Wärme auf, die das Thermometer nicht anzeigt. Man könnte sie die Wärme des Aggregationszustandes nennen. *Black*, *Schmidt*, *Lavoisier*, *Ure*, *Despretz* haben sie auf verschiedenen Wegen zu bestimmen gesucht. Besonders wichtig ist es in Bezug auf die Dampfmaschinen, die Wärmemenge auszumitteln, die das Wasser bei seinem Übergange in den expansiblen Zustand bindet. Nach *Schmidt* schmelzt der siedend heiſse Dampf 5,4 Mal so viel Eis, als das siedende Wasser, und seine latente Wärme ist daher 540 *C*°. *Lavoisier* und *Laplace* fanden sie vermittelst ihres Calorimeters 555 *C*°. *Ure* und *Despretz* bedienten sich dabei einer Vorrichtung, durch die sie die Wärme des Dampfes an das Wasser absetzten. Aus der Temperatur, auf die das Wasser stieg, berechneten sie nach der *Richmann*'schen Regel die latente

Wärme des Dampfes aus

$$\lambda = \frac{M(Y'-y) - m(Y-Y')}{m};$$

wo m und Y die Masse und Temperatur des Dampfes, M und y des Kühlwassers mit Einschluſs des Gefäſses, Y' die Temperatur der Mischung nach dem Versuche, und λ die latente Wärme des Dampfes bedeutet. Es war z. B. in einem Versuche das Kühlwasser 15956,3 Grammes, das Kupfer des Gefäſses 3107,3 Gr., welches nach seiner specifischen Wärme-Capacität = 0,095 auf Wasser reducirt 294,88 Gr. beträgt, so daſs also $M = 16251,18$ betrug; m war 204,8 Gr., $Y = 100\,C^0$, $y = 22^0$ und $Y' = 29,58^0$, woraus $\lambda = 530,9$ gefunden wurde.

Dieser Werth ist kleiner, als jene, welche aus dem geschmolzenen Eise entnommen wurden. Er wird aber diesen sehr nahe kommen, wenn man nach den von mir angegebenen Grundsätzen rechnet. Es bezeichne m die Masse des Dampfes, und X dessen Temperatur in den eigentlichen Wärmegraden; auf eine gleiche Art soll M und x die Masse und Wärmegrade des Kühlwassers, und k die Masse des kupfernen Gefäſses, z die Temperatur der Mischung, und λ die latente Wärme des Dampfes bedeuten; so ist vor der Mischung die Wärmemenge

im Dampfe . $= m\delta(X + \gamma X^2) + m\lambda$,
» Kühlwasser $= M(x + \gamma' x^2)$,
» Gefäſse . $= k\delta''(x + \gamma'' x^2)$;

und nach der Mischung

im Wasser . $= (M + m)(z + \gamma' z^2)$,
» Gefäſse . $= k\delta''(z + \gamma'' z^2)$.

Da nun die Wärmemengen vor und nach der Mischung einander gleich seyn müssen; so ergibt sich

$$\lambda = \frac{M(z + \gamma' z^2 - (x + \gamma' x^2))}{m}$$

$$+ \frac{k\delta''(z - \gamma'' z^2 - (x + \gamma'' x^2)) - m(\delta(X + \gamma X^2) - (z + \gamma' z^2))}{m}.$$

Werden nun die in dem angeführten Beispiele angegebenen Temperaturen in die eigentlichen Wärmegrade übersetzt; so ergeben sich folgende Daten:

$M = 15956{,}3$ Gr.; $x = 20{,}7349\ W^0$;
$k = 3107{,}3$ Gr.; $X = 80{,}1494\ W^0$;
$m = 204{,}8$ Gr.; $z = 27{,}3493\ W^0$.

Übrigens ist nach der früheren Bestimmung

$\gamma'' = 0{,}003077$; $\delta'' = 0{,}095$;
$\gamma = 0{,}0007675$; $\delta = 0{,}847$.
$\gamma' = 0{,}002750$;

Hiernach findet man $\lambda = 545{,}1342$. Da nun das siedende Wasser $97{,}8177\ W^0$ an Wärme enthält; so folgt, daſs die latente Wärme des Dampfes 5,5728 Mal mehr, als jene des Wassers betrage; welches mit dem von *Lavoisier* und *Laplace* vermittelst ihres Calorimeters gefundenen Werthe sehr nahe zusammentrifft.

Sollte sich diese meine Ansicht noch in weiterem Verfolge bestätigen; so dürfte sie den Forderungen, die *Dulong* und *Petit* für ein wahres Maſs der Wärme stellen, ganz entsprechen. Nach ihnen sollen die Thermometer nicht nur mit einander vergleichbar seyn; sondern man soll auch aus dem Gange derselben auf die wahren Veränderungen der Wärme schlieſsen können; ihre Scale sollte daher auf eine solche Art abgetheilt seyn, daſs gleiche Mengen von Graden überall gleichen Veränderungen der wahren Wärme entsprechen. Dieses zu erreichen sey jedoch um so schwerer, als man nicht bloſs das Gesetz kennen müſste, nach welchem die Ausdehnung der thermoskopischen Substanz mit den wah-

ren Wärmemengen, die man ihr ertheilt, zusammenhängt; sondern man müſste sich auch vergewissert haben, daſs die Capacität dieser Substanz für die Wärme sich nicht verändere; oder wissen, wie man eine solche Veränderung, wenn sie Statt fände, in Rechnung zu bringen habe.

Das von mir in dem vierten Bande dieser Zeitschrift aufgestellte Gesetz für die Ausdehnung bringt eine Übereinstimmung in dieser Grundwirkung der Wärme hervor. Es sind daher auch übereinstimmende Thermometer jeder Art möglich, wenn ihre Scale nach diesem Gesetze gehörig abgetheilt wird. Aus demselben Gesetze habe ich nun auch die Grundsätze abgeleitet, nach welchen sich die gesammte Wärme, die ein gegebener Körper zur Erlangung einer bestimmten Temperatur in sich aufnimmt, bestimmen läſst.

III.

Einige allgemeine Reductionsformeln der Integrale $\int x^m . (a+bx^n)^p . dx$ und $\int x^m . (a+bx+cx^2)^p . dx$;

von

Franz Moth in Prag.

I. Es sey $n = 1$ und $(a + bx) = X$; so ist

$$\int \frac{X^{\frac{p}{2}} . dx}{x} = [\beta_0 . a^{\frac{p-1}{2}} + \beta_1 . b . a^{\frac{p-3}{2}} . x + \beta_2 . b^2 . a^{\frac{p-5}{2}} . x^2 + \ldots$$

$$\ldots + \beta_{\frac{p-1}{2}} . b^{\frac{p-1}{2}} . x^{\frac{p-1}{2}}] . \sqrt{X} + a^{\frac{p+1}{2}} . \int \frac{dx}{x . \sqrt{X}};$$

worin die Coefficienten β_0, β_1, β_2, . . . auf nachstehende Art bestimmt werden:

$$\beta_0 = 2\left(1 + \tfrac{1}{3} + \tfrac{1}{5} + \tfrac{1}{7} + \ldots + \tfrac{1}{p}\right);$$

$$\beta_1 = \left[\frac{p+1}{2} - \tfrac{1}{2}\beta_0\right];$$

$$\beta_2 = \tfrac{1}{2}\left[\frac{(p+1)(p-1)}{2\,.\,4} - \tfrac{3}{2}\,.\,\beta_1\right];$$

$$\beta_3 = \tfrac{1}{3}\left[\frac{(p+1)(p-1)(p-3)}{2\,.\,4\,.\,6} - \tfrac{5}{2}\,.\,\beta_2\right];$$

. . . .

$$\text{II.} \int \frac{X^{\frac{p}{2}}\,.\,dx}{x^m} = -\frac{X^{\frac{p+2}{2}}}{(m-1)ax}\left[\frac{1}{x^{m-2}} - \frac{A_1 b}{a x^{m-3}} + \frac{A_2 b^2}{a^2 x^{m-4}} - \ldots\right.$$

$$\left.\ldots \mp \frac{A_{m-2} b^{m-2}}{a^{m-2}}\right] \mp \frac{p\,.\,A_{m-2} b^{m-1}}{2(m-1)\,a^{m-1}}\,.\int \frac{X^{\frac{p}{2}}\,.\,dx}{x};$$

$$A_1 = \frac{p-2(m-2)}{2(m-2)};\quad A_2 = \frac{p-2(m-3)}{2(m-3)}\,A_1;$$

$$A_3 = \frac{p-2(m-4)}{2(m-4)}\,A_2; \ldots$$

$$\text{III.} \int \frac{dx}{x\,.\,X^{\frac{p}{2}}} = \frac{1}{a X^{\frac{p-2}{2}}}\left[\beta_0 + \beta_1\,.\,\frac{b}{a}x + \beta_2\,.\left(\frac{bx}{a}\right)^2 + \ldots\right.$$

$$\left.\ldots + \beta_{\frac{p-3}{2}}\,.\left(\frac{bx}{a}\right)^{\frac{p-3}{2}}\right] + \frac{1}{a^{\frac{p-1}{2}}}\,.\int \frac{dx}{x\sqrt{X}};$$

$$\beta_0 = 2\left[1 + \tfrac{1}{3} + \tfrac{1}{5} + \tfrac{1}{7} + \ldots + \frac{1}{p-2}\right];$$

$$\beta_1 = \left[\left(\frac{p-2}{2}\right)\beta_0 - \frac{p-1}{2}\right];$$

$$\beta_2 = \tfrac{1}{2}\left[\left(\frac{p-4}{2}\right)\beta_1 - \frac{(p-1)(p-3)}{2\,.\,4}\right];$$

$$\beta_3 = \tfrac{1}{3}\left[\left(\frac{p-6}{2}\right)\beta_2 - \frac{(p-1)(p-3)(p-5)}{2\,.\,4\,.\,6}\right];$$

. . . .

$$\text{IV.} \int \frac{dx}{x^m \cdot X^{\frac{p}{2}}} = \frac{-1}{(m-1)\,a X^{\frac{p-2}{2}}} \left[\frac{1}{x^{m-1}} - \frac{A_1\, b}{a x^{m-2}} + \frac{A_2\, b^2}{a^2 x^{m-3}} - \ldots \right.$$

$$\left. \ldots \mp \frac{A_{m-2}\, b^{m-2}}{a^{m-2}\, x} \right] \pm \frac{p\, A_{m-2}\, b^{m-1}}{2(m-1)\, a^{m-1}} \cdot \int \frac{dx}{x\, X^{\frac{p}{2}}};$$

$$A_1 = \frac{p + 2m - 4}{2m - 4}; \quad A_2 = \frac{p + 2m - 6}{2m - 6} A_1;$$

$$A_3 = \frac{p + 2m - 8}{2m - 8} A_2; \ldots$$

$$\text{V.} \int \frac{dx}{x^{\frac{1}{2}} X^p} = \frac{x^{\frac{1}{2}}}{a X^{p-1}} \left[\beta_0 + \beta_1 \cdot \left(\frac{bx}{a}\right) + \beta_2 \cdot \left(\frac{bx}{a}\right)^2 + \ldots \right.$$

$$\left. \ldots + \beta_{p-2} \cdot \left(\frac{b\,x}{a}\right)^{p-2} \right] + (1 - \tfrac{1}{2}\beta_0) \cdot \frac{1}{a^{p-1}} \cdot \int \frac{dx}{x^{\frac{1}{2}} X};$$

$$\beta_0 = \left[\frac{1}{p-1} + \frac{2p-3}{2\,(p-1)\,(p-2)} + \frac{(2p-3)\,(2p-5)}{2^2 \cdot (p-1)\,(p-2)} + \ldots \right.$$

$$\left. \ldots + \frac{(2p-3)\,(2p-5) \ldots\ldots 3}{2^{p-2} \cdot (p-1)\,(p-2) \ldots 1} \right];$$

$$\beta_1 = \tfrac{2}{3} \left[\left(\frac{3p-4}{2}\right) \beta_0 - (p-1) \right];$$

$$\beta_2 = \tfrac{2}{5} \left[(p - \tfrac{5}{2})\, \beta_1 - \frac{(p-1)\,(p-2)}{1 \;.\; 2} \right];$$

$$\beta_3 = \tfrac{2}{7} \left[(p - \tfrac{7}{2})\, \beta_2 - \frac{(p-1)\,(p-2)\,(p-3)}{1 \;.\; 2 \;.\; 3} \right];$$

. . . .

$$\text{VI.} \int \frac{dx}{x^{\frac{m}{2}} \cdot X^p} =$$

$$= \frac{-2}{(m-2)\, a x^{\frac{1}{2}} X^{p-1}} \left[\frac{1}{x^{\frac{m-3}{2}}} - \frac{A_1 \cdot b}{a\, x^{\frac{m-5}{2}}} + \frac{A_2 \cdot b^2}{a^2 \cdot x^{\frac{m-7}{2}}} - \ldots \right.$$

$$\left. \ldots \mp \frac{A_{\frac{m-3}{2}} \cdot b^{\frac{m-3}{2}}}{a^{\frac{m-3}{2}}} \right] \pm \frac{2p-1}{m-2} \cdot A_{\frac{m-3}{2}} \cdot \frac{b^{\frac{m-1}{2}}}{a^{\frac{m-1}{2}}} \cdot \int \frac{dx}{x^{\frac{1}{2}} X^p};$$

$$A_1 = \frac{2p+m-4}{m-4}; \quad A_2 = \frac{2p+m-6}{m-6} A_1;$$

$$A_3 = \frac{2p+m-8}{m-8} A_2; \ldots$$

VII. $\int x^{\frac{1}{2}} . X^{\frac{p}{2}} . dx =$

$$= x^{\frac{3}{2}} . X^{\frac{1}{2}} . [\beta_0 . a^{\frac{p-1}{2}} + \beta_1 . a^{\frac{p-3}{2}} bx + \beta_2 . a^{\frac{p-5}{2}} b^2 x^2 + \ldots$$

$$\ldots + \beta_{\frac{p-1}{2}} . b^{\frac{p-1}{2}} . x^{\frac{p-1}{2}}] + (1 - \tfrac{3}{2} . \beta_0) . a^{\frac{p-1}{2}} . \int x^{\frac{1}{2}} . X^{\frac{1}{2}} . dx;$$

$$\beta_0 = \frac{2}{p+3} \Big[1 + \frac{p}{p+1} + \frac{p(p-2)}{(p+1)(p-1)} + \ldots$$

$$\ldots + \frac{p(p-2)(p-4) \ldots\ldots 5}{(p+1)(p-1)(p-3) \ldots 6} \Big];$$

$$\beta_1 = \tfrac{2}{5} \Big[\frac{p-1}{2} - \tfrac{3}{2} \beta_0 \Big];$$

$$\beta_2 = \tfrac{2}{7} \Big[\frac{(p+1)(p-1)}{2 . 4} - 3 . \beta_1 \Big];$$

$$\beta_3 = \tfrac{2}{9} \Big[\frac{(p+1)(p-1)(p-3)}{2 . 4 . 6} - 4 . \beta_2 \Big];$$

. . . .

VIII. $\int x^{\frac{m}{2}} . X^{\frac{p}{2}} . dx =$

$$= \frac{x^{\frac{3}{2}} . X^{\frac{p+2}{2}}}{\left(1 + \frac{p+m}{2}\right) b} \Big[x^{\frac{m-3}{2}} - \frac{A_1 . a x^{\frac{m-5}{2}}}{b} + \frac{A_2 . a^2 x^{\frac{m-7}{2}}}{b^2} - \ldots$$

$$\ldots \mp \frac{A_{\frac{m-3}{2}} . a^{\frac{m-3}{2}}}{b^{\frac{m-3}{2}}} \Big] \pm \frac{3 A_{\frac{m-3}{2}} . a^{\frac{m-1}{2}}}{(m+p+2) b^{\frac{m-1}{2}}} . \int x^{\frac{1}{2}} X^{\frac{p}{2}} . dx;$$

$$A_1 = \frac{m}{m+p}; \quad A_2 = \frac{m-2}{m+p-2} A_1;$$

$$A_3 = \frac{m-4}{m+p-4} A_2; \ldots$$

$$\text{IX.} \int \frac{x^{\frac{1}{2}} . dx}{X^{\frac{p}{2}}} = \frac{2x^{\frac{3}{2}}}{3aX^{\frac{p-2}{2}}} \left[1 + \beta_1 . \left(\frac{bx}{a}\right) + \beta_2 . \left(\frac{bx}{a}\right)^2 + \ldots \right.$$

$$\left. \ldots + \beta_{\frac{p-5}{2}} . \left(\frac{bx}{a}\right)^{\frac{p-5}{2}} \right];$$

$$\beta_1 = \frac{p-5}{5};\ \beta_2 = \left(\frac{p-7}{7}\right) . \beta_1;\ \beta_3 = \left(\frac{p-9}{9}\right) . \beta_2;\ \ldots$$

$$\text{X.}\ m < (p-2);\ \int \frac{x^{\frac{m}{2}} . dx}{X^{\frac{p}{2}}} =$$

$$= \frac{2x^{\frac{3}{2}}}{(m-p+2)\,bX^{\frac{p-2}{2}}} \left[x^{\frac{m-3}{2}} - \frac{A_1 . a x^{\frac{m-5}{2}}}{b} + \frac{A_2 . a^2 x^{\frac{m-7}{2}}}{b^2} - \ldots \right.$$

$$\left. \ldots \mp \frac{A_{\frac{m-3}{2}} . a^{\frac{m-3}{2}}}{b^{\frac{m-3}{2}}} \right] \pm \frac{3 A_{\frac{m-3}{2}} . a^{\frac{m-1}{2}}}{(m-p+2) b^{\frac{m-1}{2}}} . \int \frac{x^{\frac{1}{2}} . dx}{X^{\frac{p}{2}}};$$

$$A_1 = \frac{m}{m-p};\ A_2 = \frac{m-2}{m-p-2} A_1;\ A_3 = \frac{m-4}{m-p-4} A_2;\ \ldots$$

$$\text{XI.} \int \frac{x^{\frac{p}{2}-1} . dx}{X^{\frac{p}{2}}} =$$

$$= -\frac{x^{\frac{3}{2}}}{bX^{\frac{p-2}{2}}} \left[\beta_0 . x^{\frac{p-3}{2}} + \beta_1 . \frac{a}{b} . x^{\frac{p-5}{2}} + \beta_2 . \left(\frac{a}{b}\right)^2 . x^{\frac{p-7}{2}} + \ldots \right.$$

$$\left. \ldots + \beta_{\frac{p-3}{2}} . \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{p-3}{2}} \right];$$

$$\beta_{\frac{p-3}{2}} = 2;$$

$$\beta_{\frac{p-5}{2}} = \tfrac{2}{3}\left[\frac{p-1}{2} + \left(\frac{p-3}{2}\right) \cdot \beta_{\frac{p-3}{2}}\right]; \ldots$$

$$\beta_{\frac{p-7}{2}} = \tfrac{2}{5}\left[\frac{(p-1)(p-3)}{2 \cdot 4} + \left(\frac{p-5}{2}\right) \cdot \beta_{\frac{p-5}{2}}\right];$$

. . . .

XII. $m > (p-2)$;

$$\int \frac{x^{\frac{m}{2}} \cdot dx}{X^{\frac{p}{2}}} = \frac{2\,x^{\frac{p}{2}}}{(m-p+2)\,b\,X^{\frac{p-2}{2}}}\left[x^{\frac{m-p}{2}} - A_1 \cdot \frac{a}{b} \cdot x^{\frac{m-p-2}{2}}\right.$$

$$\left. + A_2 \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^2 \cdot x^{\frac{m-p-4}{2}} + \ldots \mp A_{\frac{m-p}{2}} \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{m-p}{2}}\right]$$

$$\pm \frac{p \cdot A_{\frac{m-p}{2}}}{m-p+2} \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{m-p+2}{2}} \cdot \int \frac{x^{\frac{p}{2}-1} \cdot dx}{X^{\frac{p}{2}}};$$

A_1, A_2, A_3 etc. wie in Nro. X.

Es sey $n = 2$ und $(a + bx^2) = X$.

$$\text{XIII.} \int \frac{dx}{x \cdot X^p} = \frac{1}{2\,a\,X^{p-1}}\left[\beta_0 \cdot \left(\frac{b}{a}\right)^{p-2} \cdot x^{2p-4}\right.$$

$$+ \beta_1 \cdot \left(\frac{b}{a}\right)^{p-4} \cdot x^{2p-6} + \beta_2 \cdot \left(\frac{b}{a}\right)^{p-6} \cdot x^{2p-8} + \ldots$$

$$\left. \ldots + \beta_{p-2}\right] + \frac{1}{a^{p-1}} \cdot \int \frac{dx}{X};$$

$$\beta_0 = 1;$$

$$\beta_1 = \tfrac{1}{2}\left[(p-1) + (p-2) \cdot \beta_0\right];$$

$$\beta_2 = \tfrac{1}{3}\left[\frac{(p-1)(p-2)}{1 \cdot 2} + (p-3) \cdot \beta_1\right];$$

$$\beta_3 = \tfrac{1}{4}\left[\frac{(p-1)(p-2)(p-3)}{1 \cdot 2 \cdot 3} + (p-4) \cdot \beta_2\right];$$

. . . .

XIV. $$\int \frac{dx}{X^p} = \frac{x}{aX^{p-1}}\left[\beta_0 + \beta_1 . \left(\frac{bx^2}{a}\right) + \beta_2 . \left(\frac{bx^2}{a}\right)^2 + \ldots \right.$$
$$\left. \ldots + \beta_{p-2} . \left(\frac{bx^2}{a}\right)^{p-2}\right] + \frac{1-\beta_0}{a^{p-1}} . \int \frac{dx}{X};$$

$$\beta_0 = \left[\frac{1}{2(p-1)} + \frac{2p-3}{2^2 . (p-1)(p-2)} + \ldots \right.$$
$$\left. \ldots + \frac{(2p-3)(2p-5)(2p-7) \ldots 3}{2^{p-1} . (p-1)(p-2) \ldots 1}\right];$$

$$\beta_1 = \tfrac{1}{3}\left[(2p-3) . \beta_0 - (p-1)(1-\beta_0)\right];$$

$$\beta_2 = \tfrac{1}{5}\left[(2p-5) . \beta_1 - \frac{(p-1)(p-2)}{1 . 2}(1-\beta_0)\right];$$

. . . .

XV. m ist eine gerade Zahl;

$$\int \frac{x^m . dx}{X^p} = \frac{x}{(m-2p+1)\, b\, X^{p-1}}\left[x^{m-2} - \frac{A_1 . a x^{m-4}}{b} \right.$$
$$+ \frac{A_2 . a^2 . x^{m-6}}{b^2} - \frac{A_3 . a^3 . x^{m-8}}{b^3} + \ldots$$
$$\left. \ldots \mp A_{\frac{m-2}{2}} . \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{m-2}{2}}\right] \pm \frac{A_{\frac{m-2}{2}}}{m-2p+1} . \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{m}{2}} . \int \frac{dx}{X^p};$$

m ist eine ungerade Zahl, und $< (2p-1)$;

$$\int \frac{x^m . dx}{X^p} = \frac{1}{(m-2p+1)\, b X^{p-1}}\left[x^{m-1} - A_1 . \frac{a x^{m-3}}{b} \right.$$
$$\left. + A_2 . \frac{a^2 x^{m-5}}{b^2} - A_3 . \frac{a^3 x^{m-7}}{b^3} + \ldots \mp A_{\frac{m-1}{2}} . \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{m-1}{2}}\right];$$

m ist eine ungerade Zahl, und $> (2p-1)$;

$$\int \frac{x^m . dx}{X^p} = \frac{1}{2(m-2p+1)\, b\, X^{p-1}}\left[x^{m-1} - A_1 . \frac{a x^{m-3}}{b} \right.$$
$$+ A_2 . \frac{a^2 x^{m-5}}{b^2} - A_3 . \frac{a^3 x^{m-7}}{b^3} + \ldots$$

$$\ldots \mp A_{m-2p-1} \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{(m-2p+1)}{2}} \cdot x^{2p}$$

$$\pm \frac{p \cdot A_{m-2p-1}}{2(m-2p+1)} \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{m-2p-1}{2}} \cdot \int \frac{x^{2p-1} \cdot dx}{X^p};$$

$$A_1 = \frac{m-1}{m-2p-1}; \quad A_2 = \frac{m-3}{m-2p-3} A_1;$$

$$A_3 = \frac{m-5}{m-2p-5} A_2; \ldots$$

XVI. $$\int \frac{x^{2p-1} \cdot dx}{X^p} = \frac{a}{b^2 X^{p-1}} \left[\beta_0 \cdot x^{2p-4} \right.$$

$$+ \beta_1 \cdot \left(\frac{a}{b}\right) x^{2p-6} + \beta_2 \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^2 x^{2p-8} + \beta_3 \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^3 x^{2p-10} + \ldots$$

$$\left. \ldots + \beta_{p-2} \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^{p-2} \right] + \frac{1}{b^p} \cdot \mathrm{Log.}\, X;$$

$$\alpha_\lambda = \frac{1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \ldots + \frac{1}{\lambda+1}}{2 \cdot 3 \cdot 4 \ldots (\lambda+1)};$$

$$\beta_0 = (p-1) \cdot \alpha_0;$$

$$\beta_1 = (p-1)(p-2) \cdot \alpha_1;$$

$$\beta_2 = (p-1)(p-2)(p-3) \cdot \alpha_2; \ldots$$

XVII. $$\int X^{\frac{p}{2}} \cdot dx =$$

$$= a^{\frac{p-1}{2}} \cdot x \cdot X^{\frac{1}{2}} \cdot \left[\beta_0 + \beta_1 \left(\frac{b x^2}{a}\right) + \beta_2 \left(\frac{b x^2}{a}\right)^2 + \ldots \right.$$

$$\left. \ldots + \beta_{\frac{p-1}{2}} \left(\frac{bx^2}{a}\right)^{\frac{p-1}{2}} \right] - (1 - \beta_0) \cdot a^{\frac{p-1}{2}} \int X^{\frac{1}{2}} \cdot dx;$$

$$\beta_0 = \frac{1}{p+1} \left[1 + \frac{p}{p-1} + \ldots + \frac{p(p-2)(p-4) \ldots 5}{(p-1)(p-3)(p-5) \ldots 4}\right];$$

$$\beta_1 = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{p-1}{2}\right) - \beta_0\right] \ldots$$

$$\beta_2 = \tfrac{1}{5}\left[\frac{(p+1)(p-1)}{2\cdot 4} - 4\cdot\beta_1\right];$$

$$\beta_3 = \tfrac{1}{7}\left[\frac{(p+1)(p-1)(p-3)}{2\cdot 4\cdot 6} - 6\cdot\beta_2\right];$$

. . . .

XVIII. $$\int\frac{X^{\frac{p}{2}}\cdot dx}{x} = \tfrac{2}{1}\,a^{\frac{p-1}{2}}\cdot X^{\frac{1}{2}}\cdot\left[\beta_0+\beta_1\cdot\left(\frac{bx^2}{a}\right)+\cdots\right.$$

$$\left.\cdots+\beta_{\frac{p-1}{2}}\cdot\left(\frac{bx^2}{a}\right)^{\frac{p-1}{2}}\right]+a^{\frac{p+1}{2}}\cdot\int\frac{dx}{xX^{\frac{1}{2}}};$$

$$\beta_0 = 2\left(1+\tfrac{1}{3}+\tfrac{1}{5}+\tfrac{1}{7}+\cdots+\frac{1}{p}\right);$$

$$\beta_1 = 1\left[\frac{p+1}{2} - \tfrac{1}{2}\beta_0\right];$$

$$\beta_2 = \tfrac{1}{2}\left[\frac{(p+1)(p-1)}{2\cdot 4} - \tfrac{3}{2}\beta_1\right];$$

. . . .

XIX. $$\int\frac{dx}{x\cdot X^{\frac{p}{2}}} = \frac{1}{a^{\frac{p-2}{2}}}\left[\beta_0+\beta_1\cdot\left(\frac{bx^2}{a}\right)+\cdots\right.$$

$$\left.\cdots+\beta_{\frac{p-3}{2}}\cdot\left(\frac{bx^2}{a}\right)^{\frac{p-3}{2}}\right]+\frac{1}{a^{\frac{p-1}{2}}}\int\frac{dx}{xX^{\frac{1}{2}}};$$

$$\beta_0 = \left(1+\tfrac{1}{3}+\tfrac{1}{5}+\tfrac{1}{7}+\cdots+\frac{1}{p-2}\right);$$

$$\beta_1 = \left[\left(\frac{p-2}{2}\right)\beta_0 - \frac{p-1}{2}\right];$$

$$\beta_2 = \left[\left(\frac{p-4}{2}\right)\beta_1 - \frac{(p-1)(p-3)}{2\cdot 4}\right];$$

. . . .

XX. $$\int\frac{dx}{x^{\frac{1}{2}}X^{p}} = \frac{x^{\frac{1}{2}}}{aX^{p-1}}\left[\beta_0+\beta_1\cdot\left(\frac{bx^2}{a}\right)+\cdots\right.$$

$$\left.\cdots+\beta_{p-2}\cdot\left(\frac{bx^2}{a}\right)^{p-2}\right]+\frac{\alpha}{a^{\frac{p-1}{2}}}\int\frac{dx}{x^{\frac{1}{2}}X};$$

$$\beta_0 = \frac{1}{2(p-1)}\left[1 + \frac{1}{4}\left(\frac{4p-5}{p-2}\right) + \frac{1}{4^2}\left(\frac{4p-5}{p-2}\right)\left(\frac{4p-9}{p-3}\right) + \dots \right.$$

$$\left. \dots + \frac{1}{4^{p-2}}\cdot\left(\frac{4p-5}{p-2}\right)\left(\frac{4p-9}{p-3}\right)\dots\left(\frac{7}{1}\right)\right];$$

$$\alpha = 1 - \tfrac{1}{2}\beta_0;$$

$$\beta_1 = \tfrac{1}{5}\left[(4p-5)\cdot\beta_0 - 2\alpha(p-1)\right];$$

$$\beta_2 = \tfrac{1}{9}\left[(4p-9)\cdot\beta_1 - 2\alpha\cdot\frac{(p-1)(p-2)}{1\cdot 2}\right];$$

. . . .

$$\text{XXI.}\ \int\frac{X^{\frac{p}{2}}\cdot dx}{x^{\frac{1}{2}}} =$$

$$= a^{\frac{p-1}{2}}\cdot x^{\frac{1}{2}}\cdot X^{\frac{1}{2}}\left[\beta_0 + \beta_1\cdot\left(\frac{bx^2}{a}\right) + \beta_2\cdot\left(\frac{bx^2}{a}\right)^2 + \dots\right.$$

$$\left.\dots + \beta_{\frac{p-1}{2}}\cdot\left(\frac{bx^2}{a}\right)^{\frac{p-1}{2}}\right] + \left(1 - \tfrac{1}{2}\beta_0\right)a^{\frac{p-1}{2}}\cdot\int\frac{X^{\frac{1}{2}}\cdot dx}{x^{\frac{1}{2}}};$$

$$\beta_0 = \frac{2}{2p+1}\left[1 + \left(\frac{2p}{2p-3}\right) + \dots\right.$$

$$\left.\dots + \frac{2p\cdot(2p-4)(2p-8)\dots 10}{(2p-3)(2p-7)\dots 7}\right];$$

$$\beta_1 = \tfrac{2}{5}\left[\frac{p-1}{2} - \beta_0\right];$$

$$\beta_2 = \tfrac{2}{9}\left[\frac{(p+1)(p-1)}{1\cdot 2} - \tfrac{7}{2}\cdot\beta_1\right];$$

$$\beta_3 = \tfrac{2}{13}\left[\frac{(p+1)(p-1)(p-3)}{1\cdot 2\cdot 3} - \tfrac{11}{2}\cdot\beta_2\right];$$

. . . .

$$\text{XXII.}\int\frac{x^{\frac{1}{2}}\cdot dx}{X^{\frac{p}{2}}} = \frac{x^{\frac{3}{2}}}{aX^{\frac{p-2}{2}}}\left[\beta_0 + \beta_1\cdot\left(\frac{bx^2}{a}\right) + \beta_2\cdot\left(\frac{bx^2}{a}\right)^2 + \dots\right.$$

$$\left.\dots + \beta_{\frac{p-3}{2}}\cdot\left(\frac{bx^2}{a}\right)^{\frac{p-3}{2}}\right] + \frac{1-\frac{1}{2}\beta_0}{a^{\frac{p-1}{2}}}\int\frac{x^{\frac{1}{2}}\cdot dx}{X^{\frac{1}{2}}};$$

$$\beta_0 = \frac{1}{p-2}\left[1 + \left(\frac{2p-7}{2p-8}\right) + \ldots\right.$$
$$\left.\ldots + \left(\frac{2p-7}{2p-8}\right)\left(\frac{2p-11}{2p-12}\right)\ldots\left(\frac{3}{2}\right)\right];$$

$$\beta_1 = \tfrac{1}{7}\left[(2p-7)\,.\,\beta_0 - \left(\frac{p-1}{2}\right)(2-3\,.\,\beta_0)\right];$$

$$\beta_2 = \tfrac{1}{11}\left[(2p-11)\,.\,\beta_1 - \frac{(p-1)(p-3)}{1\;.\;2}(2-3\,.\,\beta_0)\right];$$

. . . .

XXIII. $$\int\frac{dx}{x^{\frac{1}{2}}\,.\,X^{\frac{p}{2}}} = \frac{x^{\frac{1}{2}}}{aX^{\frac{p-2}{2}}}\left[\beta_0 + \beta_1\,.\left(\frac{bx^2}{a}\right) + \beta_2\,.\left(\frac{bx^2}{a}\right)^2 + \ldots\right.$$
$$\left.\ldots + \beta_{\frac{p-2}{2}}\,.\left(\frac{bx^2}{a}\right)^{\frac{p-2}{2}}\right] + \frac{1-\frac{1}{2}\beta_0}{a^{\frac{p-1}{2}}}\,.\int\frac{dx}{x^{\frac{1}{2}}\,.\,X^{\frac{1}{2}}};$$

$$\beta_0 = \frac{1}{p-2}\left[1 + \left(\frac{2p-5}{2p-8}\right) + \ldots\right.$$
$$\left.\ldots + \left(\frac{2p-5}{2p-8}\right)\left(\frac{2p-9}{2p-12}\right)\ldots\left(\frac{5}{2}\right)\right];$$

$$\beta_1 = \tfrac{1}{5}\left[(2p-5)\,.\,\beta_0 - \left(\frac{p-1}{2}\right)(2-\beta_0)\right];$$

$$\beta_2 = \tfrac{1}{9}\left[(2p-9)\,.\,\beta_1 - \frac{(p-1)(p-3)}{2\;.\;4}(2-\beta_0)\right];$$

. . . .

Es sey $a + bx + cx^2 = X$.

. . . .

XXIV. $\int X^{\frac{p}{2}}\,.\,dx =$

$$= \frac{(b+2cx)X^{\frac{p}{2}}}{2(p+1)\,.\,c}\,.\left[1 + A_1\,.\left(\frac{\lambda}{X}\right) + A_2\,.\left(\frac{\lambda}{X}\right)^2 + \ldots\right.$$
$$\left.\ldots + A_{\frac{p-1}{2}}\,.\left(\frac{\lambda}{X}\right)^{\frac{p-1}{2}}\right] + \frac{A_{\frac{p-1}{2}}\,.\,\lambda^{\frac{p+1}{2}}}{p+1}\,.\int\frac{dx}{\sqrt{X}};$$

worin $\lambda = \left(a - \frac{b^2}{4c}\right)$ und

$$A_1 = \frac{p}{p+1};\; A_2 = \left(\frac{p-2}{p-3}\right).A_1;\; A_3 = \left(\frac{p-4}{p-5}\right).A_2; \ldots$$

$$\text{XXV. } \int \frac{dx}{X^{\frac{p}{2}}} = \frac{2(b+2cx)}{(p-2)(4ac-b^2)X^{\frac{p}{2}-1}}\left[1 + A_1.(\lambda X)\right.$$

$$\left. + A_2.(\lambda X)^2 + \ldots + A_{\frac{p-1}{2}}.(\lambda X)^{\frac{p-1}{2}}\right];$$

worin

$$\lambda = \frac{4c}{4ac-b^2};\; A_1 = \frac{p-3}{p-4};\; A_2 = \left(\frac{p-5}{p-6}\right).A_1; \ldots$$

$$\text{XXVI. } \int \frac{X^p.dx}{x^m} = X^{p+1}\left[\frac{A_0}{x^{m-1}} + \frac{A_1}{x^{m-2}} + \ldots + \frac{A_{k-1}}{x^{m-k}}\right]$$

$$+ G.\int \frac{X^p.dx}{x^{m-k}} + H.\int \frac{X^p.dx}{x^{m-k-1}};$$

$1 + (m-1).a.A_0 = 0;$

$0 = (m-2).a.A_1 + (m-p-2).b.A_0;$

$0 = (m-3).a.A_2 + (m-p-3).b.A_1 + (m-2p-3).c.A_0;$

$0 = (m-4).a.A_3 + (m-p-4).b.A_2 + (m-2p-4).c.A_1;$

. . . .

$G = (m-p-k-1).b.A_{k-1} + (m-2p-k-1).c.A_{k-2};$

$H = (m-2p-k-2).c.A_{k-1}.$

Aus diesen Gleichungen lassen sich die unbestimmt gelassenen Coefficienten A_0, A_1, A_2, . . . G und H berechnen.

$$\text{XXVII. } \int \frac{x^m.dx}{X^p} =$$

$$= x^{m+1}\left[\frac{A_0+B_0.x}{X^{p-1}} + \frac{A_1+B_1.x}{X^{p-2}} + \frac{A_2+B_2.x}{X^{p-3}} + \ldots\right.$$

$$\left.\ldots + \frac{A_{k-1}+B_{k-1}.x}{X^{p-k}}\right] + G.\int \frac{x^m.dx}{X^{p-k}} + H.\int \frac{x^{m+1}.dx}{X^{p-k}};$$

Die Coefficienten A und B sind aus nachstehenden Gleichungen zu berechnen:

$$1 + 2(p+1) \cdot a \cdot A_0 = \frac{ab}{c}(p+1) \cdot B_0;$$

$$(m+2p+3) A_0 - 2(p+2) a \cdot A_1 =$$
$$= (p+1)\frac{b}{c} \cdot B_0 - (p+2)\frac{ab}{c} \cdot B_1;$$

$$(m+2p+5) A_1 - 2(p+3) a \cdot A_2 =$$
$$= (p+2)\frac{b}{c} \cdot B_1 - (p+3)\frac{ab}{c} \cdot B_2;$$

$$(m+2p+7) A_2 - 2(p+4) a \cdot A_3 =$$
$$= (p+3)\frac{b}{c} \cdot B_2 - (p+4)\frac{ab}{c} \cdot B_3;$$

. . . .

$$(m+2p+2k-1) A_{k-2} - 2(p+k) a \cdot A_{k-1} =$$
$$= (p+k-1)\frac{b}{c} \cdot B_{k-2} - (p+k)\frac{ab}{c} \cdot B_{k-1}.$$

$$G = \frac{b}{c}(p+k) \cdot B_{k-1} - (m+2p+2k+1) A_{k-1};$$

$$b \cdot A_0 = \gamma \cdot B_0; \quad \gamma = \left(\frac{b^2 - 2ac}{c}\right).$$

$$(p+2) b \cdot A_1 = (m+2p+4) \cdot B_0 + (p+2) \cdot \gamma \cdot B_1;$$
$$(p+3) b \cdot A_2 = (m+2p+6) \cdot B_1 + (p+3) \cdot \gamma \cdot B_2;$$
$$(p+4) b \cdot A_3 = (m+2p+8) \cdot B_2 + (p+4) \cdot \gamma \cdot B_3;$$

. . . .

$$(p+k) b \cdot A_{k-1} = (m+2p+2k) \cdot B_{k-2} + (p+k) \cdot \gamma \cdot B_{k-1}.$$
$$H = -(m+2p+2k+2) \cdot B_{k-1}.$$

Anmerkung. Das Integral $\int \frac{dx}{x^m \cdot X^p}$ läſst sich mit Hülfe der Formeln Nro. XXVI. und XXVII. auf das Integral $\int \frac{dx}{x^{m-k} \cdot X^p}$ oder $\int \frac{dx}{x^m \cdot X^{p-k}}$ bringen, wenn man in jener p, oder in dieser m negativ nimmt.

XXVIII. $\int x^m X^p \cdot dx =$

$$= X^{p+1}\left[A_0 \cdot x^{m-1} + A_1 \cdot x^{m-2} + A_2 \cdot x^{m-3} + \ldots \right.$$
$$\left. \ldots + A_{k-1} \cdot x^{m-k}\right] - G \cdot \int x^{m-k-1} \cdot X^p \cdot dx$$
$$- H \cdot \int x^{m-k} \cdot X^p \cdot dx.$$

Die Coefficienten A hat man aus nachstehenden Gleichungen zu berechnen:

$A_0 = \frac{1}{(m+2p+1)c}$;

$0 = (m+2p)c \cdot A_1 + (m+p)b \cdot A_0$;

$0 = (m+2p-1)A_2 + (m+p-1)b \cdot A_1 + (m-1)a \cdot A_0$;

$0 = (m+2p-2)A_3 + (m+p-2)b \cdot A_2 + (m-2)a \cdot A_1$;

. . . .

$G = (m-k)a \cdot A_{k-1}$;

$H = (m-k+1)a \cdot A_{k-2} + (m+p-k+1) \cdot A_{k-1}$.

XXIX. $\int x^m \cdot X^p \cdot dx =$

$= x^{m+1}[A_0 \cdot X^p + A_1 \cdot X^{p-1} + A_2 \cdot X^{p-2} + \ldots + A_{k-1} \cdot X^{p-k+1}]$

$+ x^{m+2}[B_0 \cdot X^{p-1} + B_1 \cdot X^{p-2} + B_2 \cdot X^{p-3} + \ldots + B_{k-1} \cdot X^{p-k}]$

$+ G \cdot \int x^m \cdot X^{p-k} \cdot dx + H \cdot \int x^{m+1} \cdot X^{p-k} \cdot dx$.

$A_0 = \frac{1}{m+2p+1}$;

$0 = (m+2p-1) \cdot A_1 - 2ap \cdot A_0 - (p-1) \cdot \frac{b}{c} \cdot B_0$;

$0 = (m+2p-3) \cdot A_2 - 2(p-1)a \cdot A_1$
$- (p-2)\frac{b}{c} \cdot B_1 + (p-1)\frac{ab}{c} \cdot B_0$;

$0 = (m+2p-5) \cdot A_3 - 2(p-2)a \cdot A_2$
$- (p-3)\frac{b}{a} \cdot B_2 + (p-2)\frac{ab}{c} \cdot B_1$;

. . . .

$0 = (m+2p-2k+5)A_{k-2} - 2(p-k+3)a \cdot A_{k-3}$
$- (p-k+2)\frac{b}{c} \cdot B_{k-1} + (p-k+3)\frac{ab}{c} \cdot B_{k-2}$;

$0 = (m+2p-2k+3)A_{k-1} - 2(p-k+2)a \cdot A_{k-2}$
$+ (p-k+2)\frac{ab}{c} \cdot B_{k-2}$;

$pbA_0 = (m+2p) \cdot B_0$;

$(p-1)b \cdot A_1 = (m+2p-2) \cdot B_1 + (p-1) \cdot \gamma \cdot B_0$;

$(p-2)b \cdot A_2 = (m+2p-4) \cdot B_2 + (p-2) \cdot \gamma \cdot B_1$;

$(p-3)b \cdot A_3 = (m+2p-6) \cdot B_3 + (p-3) \cdot \gamma \cdot B_2$;

. . . .

$$(p-k+3)\,b\,.\,A_{k-3} = (m+2p-2k+6)\,B_{k-2}$$
$$+\,(p-k+3)\,.\,\gamma\,.\,B_{k-3},$$
$$(p-k+2)\,b\,.\,A_{k-2} = (p-k+2)\,.\,\gamma\,.\,B_{k-1};$$
$$G = 2\,(p-k+1)\,.\,a\,.\,A_{k-1};$$
$$H = (p-k+1)\,.\,b\,.\,A_{k-1}.$$

Diese vorstehenden Gleichungen geben die Werthe von den Coefficienten A, B.

Anmerkung. Die zwei Reductionsformeln Nro. XXVIII. und XXIX. kann man auch noch anwenden, um die Integrale

$$\int \frac{X^p . dx}{x^m} \text{ oder } \int \frac{x^m . dx}{X^p} \text{ auf } \int \frac{X^{p-k} . dx}{x^m} \text{ oder } \int \frac{x^{m-k} . dx}{X^p}$$

zu bringen, wenn man in dieser p, in jener m negativ nimmt.

IV.

Über das Mangan;

von

Dr. *J. Bachmann.*

Darstellung und Eigenschaften des Mangan.

Winterl, Professor der Chemie in Pest, war der erste Darsteller dieses Metalles. In seinem Werke »die Kunst, die Blutlauge zu bereiten [1]),« sagt er: »Ich habe den Braunstein in einer mit Herrn *Kaim* zu seiner Streitschrift bearbeiteten Abhandlung: *De metallis dubiis, Viennae, litteris Schulzianis*, 1770, am ersten als einen metallischen König dargestellt.« In dem eben genannten Werke, S. 48, gibt *Kaim* die Vorschrift, 1 Theil Braunstein mit 2 Theilen des besten schwarzen Flusses zu mi-

---

1) Wien 1790, p. 94.

schen, und bei stufenweise vermehrtem Feuer zu schmelzen. Er erhielt ein blaulichweißes Metall, welches sich weder in Schwefel- noch Salpetersäure, wohl aber in einem Gemische von beiden auflöste, und von arseniksaurem Kali blaßroth, von der Weinprobe aber grünlich gefällt wurde. Diese Bereitungsart war noch sehr unvollkommen, der dargestellte König unrein; und überhaupt erregte die ganze Entdeckung wenig Aufmerksamkeit, bis *J. G. Gahn* im Jahre 1774 das Metall darstellte. Seine und *Bergmann's* Vorschrift lautete dahin, den Braunstein mit Öhl anzumachen, zu einer Kugel zu formen, und in einem Kohlentiegel, dessen leerer Raum mit Kohlenpulver ausgefuttert, der mit einem andern Tiegel bedeckt und wohl lutirt wird, einer 1½stündigen Hitze auszusetzen. *La Peirouse* [1]) nahm, um einen eisenfreien König zu erhalten, essigsaure Manganlösung, fällte dieselbe mit kohlensaurem Alkali, glühte den Präcipitat, zog dann mit Essigsäure daraus das Manganoxyd, zersetzte wieder mit Alkali die Auflösung, und reducirte den Niederschlag zu Metall. *Scheffer* [2]), *de Morveau* [3]) und *Kirwan* [4]) erhielten ebenfalls Metallkönige, letzterer, indem der Braunstein mit Pech zu einer Kugel geformt wurde. *Raspe* [5]) will einen König erhalten haben, welcher 18 Monate lang an der Luft sich unverändert erhielt. *Bindheim* [6]) glaubte, das Braunsteinmetall auf nassem Wege bereitet zu haben, indem er kohlensaures Manganoxydul in Salpetersäure auflöste, die Auflösung

---

1) *Rozier*, *Observ. T. XVI.*, *p.* 156.
2) Vorlesungen, p. 626.
3) *Rozier*, *Observ. T. XVI.*, *p.* 157, 348.
4) Mineralogie, p. 384.
5) Beiträge zu *Crell's* chemischen Annalen, Bd. 3., p. 467.
6) *Crell's* chemische Annalen, 1789. Stück 7, p. 33. Stück 8., p. 120.

bis zur Trockne abdampfte, und die Salpetersäure durch Hitze verjagte. *Gren* [1]) erhielt durch Schmelzen des Schwefelmangans mit gleichen Theilen Kohle, etwas schwarzer Seife und schwarzem Fluſs, durch vierstündiges Gebläsefeuer, einen König von schwärzlicher Farbe.

Ilsemann [2]) stellte ebenfalls mehrere Reductionsversuche mit dem Erze an, und will einen kupferfarbenen und eisengrauen König erhalten haben. *Hielm* [3]) gab eine ziemlich gute Vorschrift zur Bereitung des Metalls, und suchte dasselbe mit andern zu verbinden. Nach *John* [4]), welcher sich sowohl um die Bereitung des Metalls, als auch um die nähere Kenntniſs der Manganverbindungen viel Verdienst erworben hat, wird reines kohlensaures Manganoxydul in einem bedeckten Gefäſse geglüht, das Oxydul mit Öhl zum Teige angemacht und zur Kohle gebrannt. Diese Arbeit wird öfter wiederholt, die kohlige Masse fein gerieben, mit so wenig Öhl als möglich zu einer Kugel geformt, dieselbe in einen Kohlentiegel gelegt, mit Kohlenpulver bedeckt, und leicht lutirt, bis zum Verkohlen des Öhls erhitzt; worauf der Tiegel fest verkittet durch 1·5 Stunden dem stärksten Gebläsefeuer, welches er nur ohne zu schmelzen ertragen kann, ausgesetzt wird.

Die Schwierigkeiten bei Darstellung des Manganmetalles gründen sich theils auf die nöthige hohe Temperatur, welche zur Reduction desselben erforderlich ist, theils auf die Nichtanwendbarkeit eines Fluſsmittels, wodurch die zerstreuten Körper in einen König zusam-

---

1) *Crell*, Auswahl aus den neuen Entdeckungen. Bd. 1., S. 358.

2) Ebendaselbst. Bd. 1., S. 358.

3) *Crell*, chemische Annal. 1787, S. 159.

4) Chemische Untersuchung. Bd. 2., S. 130. (1811.)

menflöfsen. Außerdem treten aber noch manche kleine Umstände ein, deren Nichtbeachtung die Operation manchmal mifsglücken macht. Was die Zubereitung des Kohlentiegels betrifft, so wendet man dazu gewöhnlich ein Gemenge von feingepulverter Kohle mit so wenig als möglich von Thon- und Kieselerde, oder am liebsten blofs von ersterer an, weil das Mangan mehr Silicium als Alumnium aufnimmt. Der feingepülverte Thon wird mit der Kohle innig gemengt, dann die nöthige Menge Wasser zugesetzt, um einen Teig zu bilden, mit welchem der Tiegel $^1/_2$ Zoll am Boden und $^1/_4$ Zoll an den Seitenwänden belegt wird. Man füllt denselben nun voll mit Kohlenpulver, und sucht durch Drücken und Herumfahren mit dem Finger die Kohle in die weiche Masse hineinzubringen. Dieses wird mit Zusatz von frischem Kohlenpulver so lange wiederholt, als die weiche Masse noch Kohle aufnimmt. Ist diefs geschehen, so wird von der Kohlenmasse (von den Rändern des Tiegels an) so viel weggenommen, als nöthig ist für das Hineinpassen des dazu gehörigen Tiegels oder Deckels, und hierauf der Kohlentiegel bei gelinder Wärme ausgetrocknet. Wendet man entweder zu viel Thon an, oder wird das Hineindrücken von Kohlenpulver unterlassen, so können ziemlich grofse Könige erhalten werden, welche aber mit den Bestandtheilen des Thons verunreiniget sind. Als ich mich bei einem Reductionsversuche in der Wiener Porzellanfabrik eines Gefäfses von blofs schwach durchgeglühtem Porzellan bediente, konnte, da diese Masse die Feuchtigkeit sehr schnell einsog, kein Kohlenpulver in den Beschlag hineingebracht werden; als ich nun die Reduction bewerkstelligte, erhielt ich einen 6 Drachmen schweren, sehr gut geflossenen König, welcher zwar mit Kohle, Silicium, Alumnium und Eisen, doch nur unbedeutend verunreiniget war, sonst aber

die ausgezeichneten Eigenschaften des Mangans in einem vorzüglichen Grade besafs. Es ist nicht gerade nöthig, den Tiegel auf diese Art zu bereiten; man kann auch Kohle mit Stärkekleister, zu einem Teige angemacht, dazu anwenden. Auch kann feuchtes Kohlenpulver zwei Finger hoch in dem Tiegel gestampft, darauf die zur Reduction bestimmte, vorher ausgeglühte Kugel gelegt, diese mit feuchtem Kohlenpulver umgeben, der Tiegel damit vollgefüllt, und dasselbe recht fest hineingedrückt werden. Die Feuchtigkeit wird durch gelinde Hitze verjagt, und der sorgfältig vermachte Tiegel der Reductionshitze ausgesetzt. Auf letztgenannte Art habe ich das Metall auch am polytechnischen Institute mittelst der Hitze eines Zugofens erhalten. Diese Methode hat den Vortheil, mit weniger Umständen verbunden zu seyn; sie fordert aber mehr Vorsicht bei der Anwendung.

Ein Umstand, welcher zum Gelingen der Operation beiträgt, betrifft die genaue Mengung des Manganoxydes mit Kohle. Es kann zwar dazu ganz feiner Kienrufs, oder noch besser, selbst gesammelter Lampenrufs angewendet werden; allein weit vorzüglicher ist die von *John* gegebene Vorschrift, das Manganoxydul mit Öhl anzumachen, und durch Glühen der Masse das Oxyd mit der nöthigen Menge Kohle zu versehen. Dabei thut man am besten, sogleich das kohlensaure Oxydul auf diese Art zu behandeln, weil dann immer ein leicht zerreibbarer Rückstand erhalten wird, welches, wenn zuerst das kohlensaure Salz durch Glühen zersetzt wird, nicht immer der Fall ist, denn man erhält dann öfters ein Manganoxyd, welches nach dem stärkern oder schwächern Glühen mehr oder weniger zusammenbackt, und minder leicht zerreiblich ist. Auch kann das mit Öhl angemachte Oxyd, in Kohlenpulver eingefuttert, durchgeglüht werden; theils wird dadurch die Luft bei einem zufälligen

Eröffnen des Tiegels von der glühenden Masse abgehalten; andererseits auch eine Verunreinigung des Oxydes mit den Bestandtheilen des Tiegels verhindert. Zu oft darf dieses Durchbrennen mit Öhl nicht wiederholt werden, weil sonst das reducirte Metall schwerer schmilzt, und mit zu viel Kohle verunreiniget wird. Man wird daher wohl thun, eine gewisse Menge der kohligen Masse bei Zutritt der Luft stark durchzuglühen, um die Kohle zu verbrennen, und Oxydul-Oxyd zu erhalten. Dasselbe wird gewogen, und daraus die Menge des grünen Oxydes berechnet. Der Überschuſs der kohligen Masse über dasselbe gibt die Quantität der mit demselben verbunden gewesenen Kohle an. Ich habe mich, um dem öftern Durchbrennen mit Öhl auszuweichen, des weinsauren Manganoxyduls bedient, welches mit etwas Baumöhl in einem bedeckten Tiegel gebrannt, fein gerieben, und mit Alkohol zu einer Kugel geformt, zur Reduction angewendet wurde. Nach der Zersetzung des weinsauren Salzes bleibt zwar eine hinlängliche Menge gewiſs am genauesten mit dem Oxydul verbundener Kohle zurück; allein da bei dieser Zerstörung des Salzes eine groſse Menge Gas entweicht, so würde bei noch so vieler Aufmerksamkeit der gröſste Theil des Oxyduls mit fortgerissen werden, wenn man dieses nicht durch das Öhl zu verhindern suchte. Daher die Anwendung desselben. Das auf irgend eine Art mit der nöthigen Menge Kohle versehene Oxyd wird mit einer hiezu dienlichen Flüssigkeit: Öhl, Alkohol, Wasser, je nach den Umständen, zur Kugel geformt, in den vorher wohl getrockneten Kohlentiegel gebracht, mit Kohlenpulver gut bedeckt, der Tiegel schwach lutirt und bis zum Glühen erhitzt. Hessische Tiegel, welche man gewöhnlich zur Reduction anwendet, haben selten Deckeln, und sie taugen auch im Durchschnitte wenig. Man bedeckt daher den

Kohlentiegel mit einem andern, etwas kleineren, welchen man umstürzt, so daſs derselbe einige Linien tief bis zur abgeschnittenen kohligen Masse in den andern Tiegel hineinpaſst. Läſst man sich Deckeln aus feuerfestem Thone verfertigen, so werden dieselben ebenfalls so tief hinein gebracht; sie haben den Vortheil des leichtern und bessern Verkittens voraus, aber vor der Anwendung müssen dieselben recht stark ausgeglüht werden, sonst ziehen sie sich während der Reduction mehr zusammen als der Tiegel, der Kitt springt ab, und das Nichtgelingen der Operation kann die Folge davon seyn. Der Raum zwischen dem Oxyde und dem Deckel wird mit nicht zu feinem Kohlenpulver ausgefüllt. Die Höhe desselben muſs 2 Zoll betragen; es wird dadurch das Metall vor der atmosphärischen Luft geschützt, und die während der heftigen Hitze doch manchmal Statt findende Berührung des weich gewordenen und sich senkenden Deckels mit dem Metalle verhindert.

Nachdem der so zubereitete Tiegel sammt Inhalt gehörig ausgeglüht und erkaltet ist, wird er fest verkittet in einen andern Tiegel gesetzt, dieser ebenfalls bedeckt und mit Thon gut vermacht, der Weiſsglühhitze ausgesetzt. Zum Verkitten wählt man einen feuerfesten Thon, welcher angemacht und mit Werg gemengt wird. Nachdem Alles verkittet und lufttrocken geworden, wird derselbe mit etwas Lehm überstrichen; dieser schmilzt bei der ersten Einwirkung der Hitze, und verhindert das Abspringen des Thons, welches, des Werges ungeachtet, doch manchmal Statt findet. Die Reduction geschieht am besten vor der Esse mit einem recht groſsen Blasebalg, welcher überdieſs mit 1 bis 1·5 Zentnern an Gewichte belastet wird. Der Boden der Esse wird mit gewöhnlichen Ziegeln belegt, 1 Zoll unter dem Blaserohr, damit die während der Arbeit erzeugte Schlacke sich an-

sammeln könne. Man baut nun einen Ofen von 2·5 Schuh Höhe, und 12 bis 13 Zoll Lichte von Ziegeln, welche mit Lehm zusammengepafst werden, und stellt auf einen 3·5 bis 4 Zoll hohen Ziegel aus feuerfestem Thon den Tiegel, bringt ihn langsam zum Glühen, füllt dann den Ofen voll mit Kohlen, und gibt 1 1/2 Stunde die stärkste Weifsglühhitze. Es werden dazu Kohlen von hartem Holze erfordert, weil dieselben genügsame Hitze geben, was bei denen von weichem Holze nicht immer gelingt. Kann man gute Coaks bekommen, so mufs sehr stark geblasen werden, die Hitze darf aber nicht länger als eine Stunde dauern, weil sonst auch der Tiegel zusammenschmilzt. Nachdem das Feuer ziemlich abgebrannt, wird der Ofen niedergerissen, und der Tiegel sammt der Unterlage, auf welcher er gewöhnlich fest sitzt, herauszunehmen gesucht. Ist der Ofen völlig erkaltet, so hat man sehr viel Mühe, indem der Tiegel mit der nun kalt gewordenen Schlacke und der Unterlage ein Stück bildet. Nachdem der Tiegel herausgenommen, wird er noch warm zerschlagen, und das Metall am besten in zugeschmolzenen Glasröhren aufbewahrt. Auf diese Art wird man, wenn nur hinlänglich Hitze angewendet wurde, 3 bis 4 Drachmen braunes Manganoxyd reduciren können, und einen wohl geflossenen König erhalten. Handelt es sich blofs um kleine Mengen Metall, so wird das Oxyd mit Öhl befeuchtet, auf eine Kohle gelegt, die Flamme einer Weingeistlampe darauf geleitet, und dann die Hitze durch einen Strom Sauerstoffgas verstärkt.

Das Mangan besitzt eine graulichweifse Farbe [1]), wenig Glanz, und einen feinkörnigen Bruch, ist nicht so hart als Roheisen, greift aber die Feile sehr stark an; durch einen mäfsigen Hammerschlag zerspringt es

[1]) Ist weifser als Eisen.

leicht, und das eigenthümliche Gewicht desselben beträgt nach meiner Wägung 8·0301 bei + 15° *C.*; nach *John* und *Karsten* 8·013. Von dem Magnete wird das Metall, wenn es eisenfrei ist, nicht gezogen.

Das auf die so eben beschriebene Art gewonnene Mangan ist nicht rein, sondern mit Kohlenstoff und den reducirten Bestandtheilen aus der Asche der Kohle verunreinigt; auch ist es noch sehr ungewiſs, ob chemischreines Manganmetall je dargestellt worden ist. Nach *John* wird das Metall mit Borax in einem Kohlentiegel umgeschmolzen. Es erhält dadurch mehr Glanz, wird leicht flüssiger und so von Kohle befreiet, daſs es sich in Säuren ohne Rückstand auflöset. Allein daraus folgt noch nicht, daſs es ganz rein sey; denn abgesehen davon, ob es nicht statt der Kohle Boron aufgenommen hat, frägt es sich, ob auch das Silicium davon entfernt worden sey, denn das Metall kann sich in Säuren ohne Rückstand auflösen, und doch etwas davon enthalten. Auch kann es seine Fähigkeit, sich leichter an der Luft zu oxydiren, einem kleinen Hinterhalt von Natrium (wenn es mit Borax umgeschmolzen wurde) verdanken.

Gewiſs ist es, daſs höchst unbedeutende Beimengungen von gewissen Körpern die Reduction des Manganoxydes erleichtern und die Schmelzbarkeit des Metalles befördern, ohne dasselbe in seinen Eigenschaften zu verändern. Dergleichen sind die Radicale der Alkalien und einiger Erden. Andere Körper in gröſserer Menge beigefügt, vernichten die hervorstechenden Eigenthümlichkeiten desselben gänzlich. Wird z. B. ein Theil Chromoxydul mit einem Theile rothen Manganoxyd und der nöthigen Menge Kohle gemengt, reducirt; so erhält man einen König, der an der Luft beständig ist, und sich weder in Salz- oder Salpetersäure auch nicht so leicht und nur in vollem Kochen im Königswasser auflösen läſst.

P. John gibt an, das Manganmetall werde durch Kohlenoxydgas oxydirt, er habe diese Erfahrung auf Kosten seines wohl geflossenen Königs in der Berliner Porzellanfabrik gemacht. Es ist mir nicht bekannt, dafs *John* directe Versuche in dieser Hinsicht angestellt hätte, auch gibt er die näheren Umstände nicht an. Man hatte die Gefälligkeit, mir in der hiesigen Fabrik Versuche zu gestatten. Ich habe deren mehrere über die Reduction des Metalles gemacht, bin aber zu keinem befriedigenden Resultate gelangt. In den Fällen, wo ich einen König bekam, konnte ich nichts von Oxydation an ihm bemerken; das Metall war vollkommen in ein rundes Korn geflossen, und besafs festen Zusammenhang, was bei dem entweder nicht recht geschmolzenen, oder an der Luft gelegenen der Fall nicht ist. Doch waren diese Fälle selten, gewöhnlich bekam ich kein Metall. Das Oxyd hatte die Form der eingelegten Kugel behalten; von aufsen war es mit einer glänzenden Kruste umgeben, besafs aber sonst wenig Zusammenhang. Bei einem solchen verunglückten Versuche zeigte das *Wedgewood*'sche Pyrometer 160 Grade. Diese Temperatur brachte ich aber am polytechnischen Institute in 1 $^1/_2$ Stunde hervor; dabei war das Metall nicht geschmolzen, wohl aber schien es reducirt zu seyn. Da sich nun das Pyrometer auch in Rücksicht der Zeit der angewendeten Hitze zusammenzieht, so folgt daraus, dafs das Oxyd im obigen Versuche gar nicht reducirt war, was sich auch schon daraus schliefsen liefs, dafs das Oxyd in der Form, in welcher es eingelegt war, erhalten wurde; freilich kann die Sache nur durch einen directen Versuch bestimmt entschieden werden; indessen geschah es mir doch ein Mal, dafs bei der Reduction vor der Esse der Deckel sich loslöste, und an den Seiten des Tiegels angeschmolzen war. Das Metall lag nach dem Abbrennen des Feuers

blofs da; es befand sich also gewifs in einer Atmosphäre von Kohlensäure und Kohlenoxydgas, und doch war es nicht oxydirt. Man kann mir nicht einwenden, das Metall sey vielleicht mit andern Stoffen in einem solchen Grade verunreinigt gewesen, dafs es der Oxydation habe widerstehen können; denn wurde dasselbe Metall der atmosphärischen Luft ausgesetzt, so zerfiel es bald zu einem braunen Staube. Diese Eigenschaft des Mangan, sich an der Atmosphäre in ein braunes Pulver zu verwandeln, ward zuerst von *Bergmann* bemerkt, und ist die Ursache, dafs es nur, wie schon angeführt wurde, in einer zugeschmolzenen Glasröhre oder über Quecksilber aufbewahrt werden kann. Auch Naphta kann dazu gebraucht werden, doch mufs sie frisch destillirt und vom Wasser wohl befreit seyn, sonst oxydirt sich das Mangan unter Einwirkung von Hydrogen. Dieses Oxydationsvermögen an der atmosphärischen Luft besitzt das Metall nicht immer in gleich hohem Grade. Ich hatte Manganmetall, wovon 1 Drachme binnen $^3/_4$ Stunden zu Pulver zerfiel, während ein anderes viel längere Zeit brauchte. Die Ursache dieser Verschiedenheit liegt in mehreren Umständen. In trockener und kalter Luft zerfällt das Metall langsam, da es hingegen in feuchter und warmer Luft sehr leicht verwittert. Je reiner das Mangan, desto rascher geht die Oxydation von Statten. Eine gewisse Menge Kohlenstoff, welche dasselbe aufgenommen hat, verzögert sie in etwas; gewöhnlich variirt diese Menge zwischen 0·5 und 1 pCt. vom Gewichte des Metalles. Ist das Mangan mit andern Körpern bedeutend verunreiniget, so zerfällt es entweder gar nicht, oder doch nur sehr langsam. Das Pulver, in welches dasselbe durch die Oxydation an der Luft verwandelt wird, ist selten gleichförmig; sondern mehr oder weniger mit kleinen glänzenden Schuppen von Kohlenstoff-Mangan

vermengt. Die Menge dieser Schuppen hängt von der kürzeren oder längeren Dauer der Schmelzung, und von der Quantität der mit dem Oxyde verbundenen Kohle ab. Ich habe weinsteinsaures Manganoxydul etliche Male mit Öhl durchgebrannt, durch zwei Stunden der heftigsten Hitze ausgesetzt, und einen zwei Drachmen schweren, ganz gut geflossenen König erhalten, welcher im Bruche dem Eisenglimmer ähnlich sah. Der Luft ausgesetzt, fing dieses Metall seinen Zusammenhang zu verlieren an, ohne noch sein metallisches Ansehen eingebüfst zu haben; nach 18 Stunden war es zu einem braunen Pulver zerfallen, gemengt mit metallisch glänzenden Schuppen von 1·5 Linie im Durchmesser. Man erhält diese Schuppen entweder durch gelindes Blasen auf das Pulver, wodurch das leichtere Kohlenmangan entfernt, und dann mittelst einer Feder zusammengekehrt wird; oder durch Wegschaffung des Oxydes mit Säure, wobei es manchmal mit etwas Kieselerde gemengt zurückbleibt. Diese Schuppen lösen sich weder in Salz- noch Salpetersäure, auch nicht wenigstens in einem Zeitraume von $^1/_2$ Stunde in Königswasser auf. In Salzsäure lagen sie durch 14 Tage, ohne verändert worden zu seyn. Wird eine gewisse Menge dieses Metalls mit Salpetersäure behandelt, die überflüssige Säure durch Hitze verjagt, und dann die Masse zum Glühen gebracht, so bleibt nach dem Auflösen des Manganoxydes das Kohlenstoffmangan unversehrt zurück. Als die Wände des Gefäfses, worin das Oxyd erhitzt wurde, zu glühen anfingen, durchzuckte eine plötzliche Feuererscheinung das Oxyd, die Temperatur desselben fiel aber sogleich unter das Braunrothglühen. Diese Erscheinung rührt wahrscheinlich von der Oxydation der mit dem Oxyde innig gemengten Kohle, entweder mittelst des Sauerstoffes des Oxydes, oder auf Kosten der letzten Antheile von Salpetersäure

her. Wenn man das braune Pulver (das an der Luft zerfallene Metall) mit concentrirter Salzsäure übergiefst, so geschieht eine starke Erhitzung; es bildet sich eine braune Auflösung, welche Chlor ausstöfst, und Wasserstoffgas wird dabei in bedeutender Menge entwickelt. Es scheidet sich dabei allerdings Kohle aus, allein man darf nur die Flüssigkeit im Glase umherschwenken, um die glänzenden Schuppen schwimmen zu sehen. Die ausgeschiedene Kohle ist daher wahrscheinlich mit dem Metalle mechanisch verbunden, während die glänzenden Schuppen eine chemische und den Säuren widerstehende Verbindung der Kohle mit dem Mangan bilden. Ich habe die Eigenschaften derselben ihrer geringen Menge wegen nicht untersuchen können; aber sie können eine bedeutende Rothglühhitze bei Zutritt der Luft ertragen, ohne ihren metallischen Glanz zu verlieren. Schon *Bergmann* [1]) bemerkte dieses Kohlenstoffmangan, als er das Metall in Schwefelsäure auflöste, wobei ein Rückstand blieb, welchen er für Bleischweif hielt. Die Menge dieses Körpers beträgt aber nur sehr wenig, so dafs selbst, wenn sich auch die Schuppen wirklich auflöseten, die Menge des entbundenen Wasserstoffgases in keinem Verhältnisse zu ihrer Quantität stünde. Manches an der Luft zerfallene Metall, in dessen Pulver fast gar keine Schuppen zu bemerken sind, gibt nach Verlauf von acht Tagen, wenn es angehaucht wird, den eigenthümlichen Fettgeruch von sich, und entwickelt, mit Salzsäure übergossen, Hydrogengas.

Der Grund der Entwickelung desselben ist daher nicht in den Schuppen, sondern in dem Manganmetall zu suchen, welches mit einer gewissen Menge Oxydul-

---

1) *Opuscul.* B. IV. von Nickel, Kobalt, Platina und Magnesium. S. 485.

Oxyd gemischt ist, und dadurch vor der Einwirkung der Atmosphäre geschützt wird.

Oxydationsstufen des Mangan.

In des Herrn *Berzelius* Lehrbuche der Chemie findet sich Seite 401—402 folgende Stelle: »Man war veranlaſst zu glauben, daſs dieses Metall Suboxyde bilden könnte, wovon das eine das braune Pulver seyn würde, in welches das Metall verwandelt wird, wenn es sich an der Luft oxydirt, und das andere würde man, nach *John's* Versuchen, erhalten, wenn das Metall unter reinem Wasser oxydirt wird. Das erste dieser Oxyde ist jedoch nichts anderes, als eine dem Eisenoxyd-Oxydul analoge Verbindung von Oxyd mit Oxydul, und diese ist mit glänzenden Schuppen von Kohlenstoffmangan vermengt, welche, wenn sie mit Wasser übergossen werden, ein übelriechendes Wasserstoffgas langsam entwickeln. Setzt man hingegen Chlorwasserstoffsäure zu, so erhält man sogleich eine braune Auflösung, die Chlor ausstöſst, während die Schuppen sich mit Entwickelung von Wasserstoffgas und mit einem Rückstande von Kohle auflösen. Das zweite dieser vermeinten Suboxyde ist grün von Farbe, und würde, nach *John's* Angabe, auf 100 Th. Metall 15 Th. Sauerstoff aufnehmen, und wenn es in kohlensaurem Gas erhitzt wird, kohlensaures Oxydul geben, während ein Theil der Säure zu Kohlenoxydgas reducirt wird. Man hat *John's* Versuche nicht wiederholt; aber es fehlt nicht an Gründen, dieses Oxyd für Manganoxydul zu halten, dessen Farbe durch eine gröſsere Vertheilung heller ist.« Was das an der Luft zu einem braunen Pulver zerfallene Metall betrifft, so ist es allerdings Oxydul-Oxyd, aber gemengt sowohl mit Metall als Kohlenmangan. Auch glaube ich durch Versuche gezeigt zu haben, daſs die Entwickelung des Was-

serstoffes dem Metalle, nicht aber dem Kohlenmangan zuzuschreiben sey. In Betreff des grünen Pulvers, erhalten durch Oxydation des Metalles unter Wasser, mufs ich bemerken, dafs ich mich blofs auf *John's* chemische Untersuchungen [1]) und auf dessen Wörterbuch [2]) der Chemie beziehe. In beiden wird das durch Oxydation des Metalles unter Wasser gewonnene Oxyd mit dem durch Glühen des kohlensauren Salzes bereiteten für gleich, und als Salzbasis erklärt. Von der Eigenschaft dieses Oxydes, durch Erhitzen das kohlensaure Gas zu zerlegen, kohlensaures Oxydul und Kohlenoxydgas zu bilden, wird nicht erwähnt, wohl aber die Vermuthung geäufsert [3]), das Metall könne auf ähnliche Art auf die Kohlensäure zersetzend einwirken. Da Herr *Berzelius* dieser Eigenschaft ausdrücklich erwähnt, so ist es wohl möglich, dafs *John* zufolge neuerer Versuche seine Meinung hinsichtlich des Grades der Oxydation geändert hat. Mir aber sind dieselben in den mir zu Gebote stehenden Journalen nicht vorgekommen. Die Sättigungscapacität einer Säure gibt das Mittel, den Sauerstoff des mit ihr verbundenen Oxydes zu berechnen. Da das wasserfreie, schwefelsaure Manganoxydul aus 188·11 Manganoxydul + 140·83 Schwefelsäure bestehet [4]), und die Sättigungscapacität der Schwefelsäure 19·96 ist, so hat man 100 : 19·96 = 140·83 : 140·83 × 0·1996, d. h. der Sauerstoffgehalt in 128·11 Theilen ist gleich 28·1096.... *Berthier* gibt einen Versuch an, welcher diese Rechnung bestätiget. Er erhitzte 10 Gramme des rothen Oxydes in einem Kohlentiegel aufs stärkste durch vier Stunden,

---

[1]) Berlin 1811, bei *J. E. Hitzig*.

[2]) 1815.

[3]) Chemische Untersuchungen, S. 166.

[4]) *Pfaff* hat ein schwefelsaures Salz erhalten, dessen Zusammensetzung er ganz anders fand.

und erhielt an metallischem Mangan 7·34 Gramme; nach der Berechnung hätte er aber nur 7·273 Metall erhalten sollen, also einen Überschufs von ·067 Grammen, welchen er von dem Kohlengehalt des Metalles herleitete; doch wird dabei bemerkt, der Regulus sey an der Oberfläche etwas schlackenartig gewesen. *John*, der gewifs die meisten Versuche mit dem metallischen Mangan angestellt, sagt, er habe aus 830 Gran kohlensaurem Manganoxydul 350 Gran Metall erhalten. Da in dem kohlensauren Salze 55·84 pCt. Oxydul enthalten sind, so gibt dieses auf 100 Theile des grünen Oxydes 75·5 Metall; also, wenn das Oxydul 21·94 pCt. Sauerstoff enthält, einen Verlust von 2·56 Metall; enthält es aber nur 12·3 pCt., einen Verlust von 12·2 an Metall. Auch ich erhielt ähnliche Resultate wie *John*. Obwohl nun der Verlust auf Seiten der Annahme von 12·3 pCt. Sauerstoff im Oxydul viel gröfser ist; so halte ich dieses doch für keinen Beweis von der Unrichtigkeit dieser Meinung, da die Schwierigkeiten bei der Reduction dieses Metalles, besonders wenn man mit 400 bis 500 Granen braunen Oxydes arbeitet, sehr bedeutend sind. Es kommt also nur auf die Beantwortung der Fragen an: ist das durch Oxydation des Manganmetalles unter Wasser erhaltene grüne Pulver von dem durch Glühen des kohlensauren Oxyduls in verschlossenen Gefäfsen erhaltenen wesentlich verschieden oder nicht? ist es verschieden, wie viel enthält es Sauerstoff? bildet es eine Salzbasis, oder ist es ein Suboxyd?

a) *John* liefs 80 Gran Manganmetall in einem schicklichen Apparate mit 6 Drachmen Wasser in Berührung, das entweichende Wasserstoffgas betrug beiläufig 24 Unzen. Nach Verlauf eines Tages, und nachdem durch Erhitzen des Wassers keine stärkere Oxydation einzutreten schien, wurde das erhaltene Oxyd in einem verschlos-

senen Gefäfse getrocknet; es betrug 92 Gran, woraus auf 100 Theile Metall $\frac{12.100}{80}$ = 15 Theilen Sauerstoff folgen. *John* führt zur Bestätigung dieses Sauerstoffgehaltes noch einige Versuche an, die ich so wie diejenigen, welche zur Bestimmung des braunen und schwarzen Oxydes dienten, angeben will. (β) »Es ist, sagt er, in einem der vorhergehenden Abschnitte bemerkt worden, dafs zur Bildung von 100 Theilen kohlensauren Oxydul 48·60 Theile Metall erforderlich sind, und dafs 100 Th. dieses Oxydes nach Glühung in einer Retorte 55.84 Th. grünlichen Oxydes hinterlassen, welches sich in Säuren ruhig auflöset..... Woraus sogleich 48·60 : (55·84—48·60) = 100 : 14·92 Sauerstoff folgt, so dafs also diese Menge Oxygen, gar wenig von der durch Oxydation des Metalles unter Wasser gefundenen abweicht. In dem vorerwähnten Abschnitte finden sich aber folgende Versuche: — (γ) 190 Gran concentrirter Schwefelsäure von 1·860 sp. Gew. erforderten zu ihrer vollkommenen Neutralisation 100·75 Gran metallischen Mangans. Die filtrirte Flüssigkeit, welche 0·75 Gran glänzender, sehr feiner Kohle hinterliefs, gab durch kohlensaures Ammoniak zersetzt 205·6 Gran kohlensaures Manganoxydul bei 20° Réaumur getrocknet; 100 Theile kohlensaures Mangan bestehen also aus: Metall 48·60, Sauerstoff, Säure und Wasser 51·40. — (δ) 150 Gran krystallisirtes, im Wasser gelöstes, schwefelsaures Manganoxydul wurden in der Wärme durch salzsaure Barytauflösung zersetzt. Der geglühte schwefelsaure Baryt betrug 148·5 Gran, in welchen 50·5 Gran Säure enthalten sind. Die vom schwefelsauren Baryt befreite Flüssigkeit durch kohlensaures Kali zerlegt, gab 83·25 Gran bei 20° Réaumur getrocknetes, kohlensaures Manganoxydul, und da dieses Salz aus 55·84 Oxydul, 34·16 Kohlensäure, und 10·00 Was-

ser bestehet, so ist das schwefelsaure Manganoxydul zusammengesetzt aus 33·66 Schwefelsäure, 31·00 unvollkommenem Oxyde, und 35·34 Wasser. Das braune und schwarze Oxyd bestimmte *John* auf folgende Weise: — (ε) 92 Gran des durch Oxydation des Metalles unter Wasser erhaltenen grünen Oxydes wurden durch einige Tage der Atmosphäre ausgesetzt, bis sich dasselbe in ein reines dunkelbraunes Oxyd verwandelt hatte. *John* erhitzte es dann durch kurze Zeit in einem verschlossenen Gefäſse; die Gewichtszunahme betrug nahe 8 Gran, so daſs das braune Oxyd bestehet aus 100 Th. Metall und 25 Sauerstoff. Das nämliche Resultat gab das durch Oxydation des Metalls an der Luft erhaltene und durchgeglühte braune Pulver. — (ς) 100·75 Gran metallisches Mangan in Salpetersäure aufgelöset, von dem Rückstande, welcher 0·75 Gran betrug, befreit, in einer Retorte so lange erhitzt, als sich noch rothe Dämpfe entwickelten, hinterlieſsen 140 Gran schwarzen glänzenden Rückstandes. Das Oxyd war frei von Salpetersäure, und das durch Erhitzung ausgetriebene Gas war reiner Sauerstoff. — (η) 189 Gran kohlensaures Mangan in 12 Unzen Wasser zertheilt, wurden durch 5 Stunden mit einem hindurchgeleiteten Strom Chlorin in Berührung gesetzt. Die Kohlensäure entwich, das Oxyd färbte sich gelb, dann braun, und endlich schwarz, und wog getrocknet 89 Gran. Das in der Flüssigkeit gelöste Oxyd gab nach gehöriger Behandlung 85 Gran kohlensauren Oxydes. Daher entsprechen 77 [1]) Granen des auf diese Weise erhaltenen schwarzen Oxydes 104 Gran kohlensaures Oxydul; und da in 100 Theilen des kohlensauren Salzes 84·60 Mangan enthalten sind, so bestehen 77 Th.

---

[1]) Weil von den 89 Granen schwarzen Oxyd 12 Gran Wasser abzuziehen sind.

dieses schwarzen Oxydes aus 50·54 Metall und 26·46 Sauerstoff, oder aus 100 Metall und 52·35 Sauerstoff. *John's* Versuche über das grüne und braune Oxyd sind so einfach und leicht zu bewerkstelligen, daſs man ihre Bestätigung voraussehen konnte. Ehe ich zur Wiederholung derselben schreite, will ich Einiges über die Versuche (γ) und (δ) bemerken. Es wird nämlich angegeben, 190 Gran concentrirter Schwefelsäure forderten zu ihrer *vollkommenen* Neutralisation 100 Gran metallischen Mangans. Ist dieses richtig, so folgt daraus, daſs *John* aus gleichen Mengen Schwefelsäure, welche mit Manganoxydul zu neutralen Verbindungen vereinigt waren, ungleiche Mengen von kohlensaurem Mangan erhalten hat; oder daſs in dem schwefelsauren Salze das Manganoxydul sich mit verschiedenen Quantitäten Schwefelsäure verbinden kann, ohne daſs die Neutralität des Salzes dadurch verändert würde. Denn da in 190 Granen concentrirter Schwefelsäure 153·54 wasserfreier Säure enthalten sind, so wäre 153·54 : 205·6 = 50·5 : 67·6, d. h. in dem Versuche (δ) hätten 50·5 Schwefelsäure 67·6 kohlensaurem Manganoxydul entsprochen; es wurden aber 83·25 Gran, also um 15·65 Gran mehr erhalten. In dem Versuche (δ) haben sich 33·66 Schwefelsäure mit 31 Oxydul, oder 153·54 $\dddot{S}$ mit 141·1 $\dot{Mn}$ verbunden; nimmt man nun an, daſs 100 Th. Metall mit 28·11 *O.* Oxydul bilden, so verbinden sich im Versuche (γ) 153·54 $\dddot{S}$ mit 128·11 $\dot{Mn}$, also ist hier ein Überschuſs von wasserfreier Schwefelsäure von 14·14 Gran gegen den Versuch (δ). Verbinden sich aber 100 Th. Metall mit $\frac{28 \cdot 11}{2}$ = 14·05 Th. *O.*, also 153·54 $\dddot{S}$ mit 114·045 Oxydul, so findet gar eine Differenz von 22·34 Granen Statt. Um das nämliche Verhältniſs zwischen Säure und

Oxyd wie im Versuche (δ) hervorzubringen, müfsten im Versuche (γ) 100 Metall 41·1. Sauerstoff aufnehmen. Diese Differenz ist nun allerdings zu bedeutend, um sie blofs der Schwierigkeit, auf diese Art die Schwefelsäure mit Mangan vollkommen zu neutralisiren, zuzuschreiben; nichts desto weniger hat sie doch keinen Einflufs auf die Bestimmung der Sauerstoffmenge des Oxyduls, da dieselbe blofs durch Verwandlung des Metalles in kohlensaures Oxydul, (γ) und Zersetzung desselben, wodurch grünes Oxyd erhalten wurde, geschehen ist.

Da nicht angegeben ist, ob in dem Versuche (α) kohlehaltiges oder mit Borax geschmolzenes Metall angewandt ward, so wählte ich ersteres, und um allen Irrungen, welche vielleicht bei dem Trocknen des Oxydes erfolgen könnten, vorzubeugen, verfuhr ich folgender Mafsen: 44 Gran kohlehaltiges Metall wurden mit 2 Unzen gekochten destillirten Wasser in einer tubulirten Retorte, deren Mündung in Quecksilber tauchte, übergossen. In die Retorte wurde Wasserstoff geleitet, aus Zink und Schwefelsäure entwickelt, welcher vorher durch schwache Ätzlauge und dann durch Wasser strich, um von vielleicht anhängender Schwefelsäure befreit zu werden. Nachdem die Einwirkung des Manganmetalles auf das Wasser fast aufgehört hatte, welches in diesem Falle nach beiläufig 18 Stunden erfolgte, erhitzte ich die Flüssigkeit, und dampfte sie, während beständig Wasserstoff darüber strich, bis zur Trockne ab. Das noch in der Flüssigkeit befindliche Oxyd hatte anfangs eine graulichweifse Farbe, nach und nach veränderte sich dieselbe in die grünlichgraue, bis sie endlich, nachdem alle Flüssigkeit verdampft war, und die Temperatur fast bis zum Glühen erhöht wurde, in eine reine hellgrüne Farbe überging. Nachdem bis zum Erkalten der Retorte Hydrogen über das Oxyd gestrichen, wurde die Retorte

auf die Wage gebracht; die Gewichtszunahme des Inhalts betrug 6·25 Gran. Ich öffnete nun den Tubulus der Retorte; das Oxydul mochte beiläufig 16°—20° *C.* besitzen, es verdunkelte sich augenblicklich, und nach 2 Minuten war es vollkommen schwarz; man sah dabei ganz deutlich, wie diese Oxydation zuerst an den Rändern des Oxydes, als unmittelbar mit der Luft in Berührung begann, sich dann kreisförmig verbreitete, bis endlich die ganze Fläche des Oxydes, vom Boden der Retorte aus betrachtet, sich verdunkelte. Der Inhalt wog nun 56·5 Gran; hatte also wieder um 6·25 Gran zugenommen, und diese Gewichtszunahme vermehrte sich nicht auch in einem Zeitraume von zwei Tagen. Das so erhaltene schwarze Oxyd übergoſs ich mit verdünnter Salzsäure. Es entwickelte sich sogleich eine äuſserst geringe Menge einer Luftart, welche Hydrogen gewesen zu seyn scheint, und die Auflösung nahm nach einiger Zeit eine schwach rosenrothe Farbe an; da aber dabei der gröſste Theil des Oxydes unaufgelöset zurück blieb, so setzte ich concentrirte Säure zu. Es bildete sich sogleich unter Erhitzung eine schwarzrothe Flüssigkeit, welche beständig Chlordämpfe entwickelte, und überhaupt alle Eigenschaften einer Verbindung des schwarzen Oxydes mit Salzsäure besaſs; nachdem sie einige Tage an der Luft gestanden, verlor sie ihre Farbe, doch nicht gänzlich; am Sonnenlichte ging das Verbleichen schneller; die dabei sich absetzende Kohle betrug wohl gewaschen 0·25 Gran. Zieht man nun dieselbe von den 44 Granen angewendeten Metalles ab, so verbinden sich 100 Theile Mangan im grünen Oxyde mit

$\frac{6{\cdot}25 . 100{\cdot}000}{43{\cdot}75} = 14{\cdot}285$ Sauerstoff, welches von dem obigen, nach *John* angeführten Verhältnisse wenig abweicht. Was den Sauerstoffgehalt in dem erhaltenen schwarzen

Oxyde betrifft, so ist derselbe noch ein Mal so groſs als im grünen Oxyd, weil 43·75 : 12·75 = 100 : 29·14. Diese Menge Sauerstoff stimmt nicht mit derjenigen überein, welche Prof. *John* gefunden, nach welcher sie 40·19 auf 100 Theile Metall betragen soll, aber sie stimmt mit den Versuchen anderer Chemiker in so ferne überein, als beiläufig 14·860 Metall erforderlich sind, um das Oxydul in schwarzes Oxyd zu verwandeln. Es wäre möglich, daſs *John* bei Zersetzung des salpetersauren Salzes durch gelinde Hitze fast reines Hyperoxyd erhalten hätte.

Wird kleesaures Manganoxydul in einer kleinen Retorte durch Hitze zerlegt, so entweicht Kohlensäure, Kohlenoxydgas und Wasser, und es bleibt dabei ein schön pistaziengrünes Pulver zurück, welches aber doch dunkler ist als dasjenige, welches durch Oxydation des Metalles unter Wasser gewonnen wird. Dieses Oxyd mit Wasser gemengt, und über Quecksilber mit Salzsäure in Berührung gebracht, gibt Chlormangan, ohne eine Spur von Wasserstoff zu entwickeln. Auf diese Art würde also das vermeinte Suboxyd nicht erhalten, obwohl man dieſs schon aus der Angabe der Zersetzung, welche es beim Erhitzen auf die Kohlensäure ausüben soll, hätte schlieſsen können.

Da der durch Oxydation des Metalles durch Wasser entbundene Wasserstoff dem sich mit dem Metalle vereinigenden Sauerstoff proportional seyn muſs, so könnte man versuchen, aus dem Volumen des Hydrogen das Gewicht des Oxygen zu bestimmen. Obwohl nun das spec. Gewicht des entwickelten Gases nicht das des reinsten Hydrogen seyn kann, indem schon der eigene Fettgeruch und die Eigenschaft, mit grünlicher Flamme zu brennen, auf eine Verunreinigung hindeutet, auch das dem Metalle beigemischte Silicium und Carbon das Volumen desselben verändern; so sind doch die Fehler,

welche dadurch entstehen, von so geringem Belange, dafs sie vernachlässiget werden können. Es tritt aber hierbei ein anderer Umstand ein, welcher mehr Einflufs auf das Resultat ausüben würde, wenn man ihn nicht beseitigen könnte. Das Metall wird nämlich bei gewöhnlicher Temperatur im Wasser nicht vollkommen oxydirt. Wird Manganmetall acht bis zehn Tage im Wasser gelassen, und dann der Flüssigkeit Säure zugesetzt, so entwickelt sich Hydrogen, dessen Menge 0·1 bis 0·25 des ursprünglich entwickelten betragen kann, und welche sowohl von der Temperatur des Wassers, als auch von der Zeit, durch welche es mit demselben in Berührung war, abhängt. Wird das Metall mit heifsem Wasser digerirt und so behandelt, wie ich es oben angegeben habe, so wird das grüne Pulver durch Zusatz einer Säure entweder gar keine, oder doch nur eine höchst unbedeutende Menge Wasserstoff entbinden. Es ist daher kein Suboxyd, sondern eine Salzbasis. Um also bei gewöhnlicher Temperatur das Metall durch Wasser vollständig zu oxydiren, ist der Zusatz einer Säure nothwendig; es entwickelt sich die nämliche Menge Wasserstoff, man mag entweder unmittelbar, oder nachdem das Metall durch Wasser oxydirt ist, Säure zusetzen. *John* erhielt von 80 Gran Metall 24 Unzen; ich erhielt, als 15 Gran Metall (mit Abzug der Kohle) zuerst mit Wasser, dann mit Säure in Berührung gebracht wurden, 12·2 Wiener Kubikzoll Hydrogen (bei + 10° *C.*), wobei die Vergröfserung des Volumens, bewirkt durch das Wassergas, bereits abgerechnet ist; auf 0° reducirt, bekommt man, da die Ausdehnung der Luft für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers 0·00375 beträgt, 11·7425 Wiener Kubikzoll, welchen also als die Hälfte des Volumens 5·87125 Wiener Kubikzoll Sauerstoffgas entsprechen. Aber 1 Wiener Kubikzoll atmo-

sphärischer Luft wägt bei 0° Temperatur, und 28·89 Barometerhöhe 0·326 Gran; und da das spec. Gewicht des Sauerstoffgases = 1·1026 ist, so wägen 5·87125 Wiener Kubikzoll Sauerstoffgas 2·110403 Gran. Daher verbinden sich 100 Theile Metall mit $\frac{211 \cdot 0403}{15} = 14 \cdot 0693$ Oxygen, welches von dem durch directe Versuche gefundenen Resultate wenig abweicht.

1300 Milligramme Manganmetall wurden einige Wochen der Atmosphäre ausgesetzt, und das erhaltene braune Pulver unter gehöriger Vorsicht mit concentrirter Salpetersäure übergossen, im Platintiegel langsam bis zur Zersetzung der Säure erhitzt, dann aber volle Weiſsglühhitze gegeben, um braunes Oxyd zu erhalten, welches als Mittel aus drei Versuchen 1605 Milligramm betrug. Es verbinden sich also 100 Theile Metall im Oxyduloxyd mit 23·46154 Oxygen. Da nun dasselbe als aus 1 Atom Oxydul und 2 Atomen Oxyd bestehend betrachtet werden kann, so nenne man x den Sauerstoffgehalt des Oxyduls, und bemerke, daſs, wie oben gezeigt wurde, das schwarze Oxyd zwei Mal so viel Oxygen als das grüne enthält, und man wird finden

$$\frac{5}{3} x = 23 \cdot 46154 \quad \text{oder} \quad x = 14 \cdot 0269.$$

Der Sauerstoffgehalt des schwarzen Oxydes im Oxyduloxyd beträgt also vier Mal so viel als der des grünen Oxydes. 100 Th. des Oxydes, erhalten durch Oxydation des Manganmetalles unter Wasser, nahmen Sauerstoff auf, um zu bilden braunes Oxyd: 8·22, schwarzes Oxyd: 12·34. Nach *Berzelius* 100 Theile des durch Glühen des kohlensauren Salzes erhaltenen Oxyduls, um zu bilden braunes Oxyd: 7·31, schwarzes Oxyd: 10·97. Die Resultate dieser Versuche stimmen so nahe überein, als es billiger Weise zu erwarten ist. Da nun das durch Calcination des kohlensauren Salzes in verschlossenen Ge-

fäfsen erhaltene, mit dem durch Oxydation des Metalles unter Wasser gewonnenen grünen Oxyde, von dem braunen Oxyde, welches eine sehr leicht gleichförmig zu erhaltende Oxydationsstufe ist, gleich weit entfernt ist, so müssen diese grünen Oxyde auch einander gleich seyn; ist das eine eine Salzbasis, so kann das andere kein Suboxyd seyn, und verbinden sich in dem einen 100 Th. Metall mit 14·0769 Sauerstoff, so wird das Metall in dem andern auch so viel aufnehmen müssen. Doch stehet der Annahme, dafs das Oxydul 12·3 pCt. Sauerstoff enthalte, ein Hindernifs in stöchiometrischer Hinsicht entgegen; es müfsten sich nämlich 100 Th. Oxydul mit 61·62 Th. Schwefelsäure verbinden; es vereinigen sich aber 100 Th. Oxydul mit 109·92 Th. dieser Säure. Man kann also die Mangansalze nicht einmal als saure Salze bestehend aus 1 Atom Oxydul und 2 Atomen Säure betrachten, denn, wenn dieses der Fall wäre, müfste der Schwefelsäuregehalt noch ein Mal so viel, d. h. 123·24 betragen; da er aber nur 61·62 + 48·30 (welche Zahlen sich beiläufig wie 5·1 : 4 verhalten) ist, so erregt dieser Umstand allerdings einige Zweifel gegen diese Annahme. Ich habe die oben angegebenen Versuche mehrmal wiederholt mit Erlangung desselben Resultates; sie stimmen, mit Ausnahme des schwarzen Oxydes, mit denen von *John* angegebenen überein; sie stimmen aber auch mit Einschlufs des schwarzen Oxydes mit den Versuchen von *Arfwedson* und andern Chemisten überein, in so fern man den Sauerstoffgehalt betrachtet, welchen das grüne Oxyd aufnimmt, um in die nachfolgenden Oxydationsstufen überzugehen. Ist $B =$ der Menge des Oxyduls, $S =$ der Menge der Säure, welche sich mit dem Oxydul verbindet, $\sigma =$ der Sättigungscapacität der Säure, so hat man zur Berechnung des Sauerstoffgehaltes im Oxydul die Formel: $\frac{B \,.\, S \,.\, \sigma}{200 B - S\sigma}$. Das Atomengewicht des Mangan

ist entweder 355·787 nach *Berzelius*, oder das doppelte, nämlich 711·574 (ich habe 710·5327 gefunden), und 100 Th. desselben verbinden sich

		Berzelius	John		Bachmann	
in dem Manganoxydul	mit	28·11	15		14·07	Sauerstoff.
» » Manganoxydul-Oxyd	»	37·48	25		23·46	
» » Manganoxyde	»	42·16	40	mit Salpetersäure bereitet,	28·14	
» » Manganhyperoxyd	»	56·22	52·34	mit Chlor bereitet,	42·21	
» der Mangansäure	»	70·27	»		56·28	
oder 100 Th. Oxydul						
in dem Manganoxydul-Oxyd	mit	7·31	8·69		8·22	
» » Manganoxyde	»	10·97	21·75		12·34	
» » Hyperoxyde	»	21·94	32·43		24·68	
» der Mangansäure	»	32·91	»		37·02	

Die Oxydationsstufen des Mangan verhalten sich (mit Ausschluſs des braunen Oxydes) entweder wie 2:3:4:5 oder wie 1:2:3:4.

J o d m a n g a n.

Wird fein gepülvertes Manganmetall mit Jod in einer kleinen Retorte erwärmt, so verbindet es sich unter beträchtlicher Hitze mit demselben, ohne daſs jedoch dabei die Masse ins Glühen

geräth. Wenn Manganoxyd mit Jod erhitzt wird, so entweicht das Jod, ohne dafs eine Vereinigung beider Körper Statt findet. Das Oxydul und kohlensaure Salze werden von der Jodwasserstoffsäure lebhaft angegriffen; am leichtesten erhält man jedoch diese Verbindung, wenn Schwefelmangan mit Jod und Wasser in einer Flasche geschüttelt wird, die Flüssigkeit erwärmt sich sehr stark; sie wird farblos, wenn das Sulfurid hinlänglich zugegen war, und enthält eine Auflösung von Jodmangan [1]); das Jod entreifst dabei dem *Schwefel* einen Antheil Metall, es sondert sich etwas gelber Schwefel ab, der gröfste Theil des Rückstandes hat eine braunrothe Farbe und scheint eine eigene höhere Schwefelungsstufe zu bilden, auf welche Jod keine Wirkung mehr hat. Die Auflösung des Jodmangan im Wasser ist farblos, wenn sie rein ist; sie wird aber bei der Concentration roth, welches vom ausgeschiedenen Jod herzurühren scheint; diese Auflösung ist schwer zum Krystallisiren zu bringen, und die Krystalle zerfliefsen an der Luft; in einer kleinen Retorte erhitzt schmelzen sie in ihrem Krystallwasser, bei stärkerer Erhitzung wird dieses ausgetrieben, wobei zugleich etwas Jod entweicht, und das Wasser davon roth gefärbt wird; beim Glühen in verschlossenen Gefäfsen wird das Salz nicht zersetzt, es sublimiren sich einige gelblichweifse Krystalle, welche bald zu dunkelrothen Tropfen zerfliefsen, und am Boden der Retorte bleibt ein weifser Klumpen; bei Zutritt der Luft wird es zersetzt; in einer Porzellanschale erhitzt, wird es sehr leicht zerlegt, Jod entweicht und braunes Manganoxyd bleibt zurück; durch kohlensaure und blausaure Alkalien wird es weifs gefällt; durch Am-

1) Mit Chlorbarium gibt sie Spuren von Schwefelsäure zu erkennen.

moniak wird der ganze Mangangehalt nicht ausgefällt, sondern es bildet damit ein Doppelsalz, welches von mehr Ammoniak nicht verändert wird; concentrirte Jodwasserstoffsäure bildet mit schwarzem Manganoxyd eine dunkelrothe Auflösung, die nach Jod riecht; Jodkalium mit Chamäleon gemischt und in einer Retorte mit Schwefelsäure übergossen, gab im ersten Augenblicke einen rothen Dampf, bald aber entwickelte sich Jod in violetten Dämpfen, schwefelige Säure gab sich durch den Geruch zu erkennen. Jodwasserstoff mit Jod gemengt destillirte in rothen, höchst ätzenden Tropfen (ganz so wie Jodsäure) über, und im Halse der Retorte sublimirten sich gelbe Nadeln, die aber bald ins Grünlichgelbe übergingen, und die ich ihrer geringen Menge wegen nicht näher untersuchen konnte; wenn man das bei dem Manganperchlorid angegebene Verfahren anwendet, wird man vielleicht doch eine ähnliche Verbindung hervorbringen können.

V.

Neue und verbesserte physikalische Instrumente.

---

1. Untersuchung der verkäuflichen Pottasche auf ihren Kaligehalt. Von *Gay-Lussac*.

(Ann. de Chim. et de Phys. T. 39, *p.* 337.)

Die Untersuchung der Pottasche auf Kali wird nach *Gay-Lussac's* Anweisung am zweckmäſsigsten dadurch veranstaltet, daſs man ausmittelt, wie viel Pottasche man braucht, um eine gewisse Quantität Schwefelsäure zu sättigen. Diese Untersuchung zerfällt in einzelne Ar-

beiten, und es sind dazu mehrere Gefäſse nothwendig. Diese sind in Fig. 10 abgebildet. *A* ist eine hohle Glaskugel mit einer 6—7 Millim. weiten Röhre, die bei 15° *C.* bis zum Striche *a b* 54.268 *C.* Centimeter faſst, und mit einem Trichter *B* versehen ist. *C* ist eine unten verjüngt zulaufende Glasröhre. *E* ist ein Gefäſs, das bis zum Zeichen *c d* genau 1 Liter Wasser faſst. Dazu gehört ein Rührer *F* und eine Glasröhre *G*. *H* ist ein Meſsgefäſs, das in halbe Kubikcentimeter getheilt, und mit einer Scale versehen ist. *I* stellt wieder ein anderes Gefäſs vor, das bis zum Zeichen *f g* einen halben Liter faſst. Dazu gehört das Maſs *K*, welches eine unten bauchförmig erweiterte, beiderseits offene Röhre vorstellt von solcher Gröſse, daſs sie bis zum Zeichen *h i* 50 *C.* Centimeter faſst. Endlich ist noch *L* ein Becher, der ¹/₄ Liter Wasser faſst.

Nebst dieser Apparate braucht man zur beabsichtigten Untersuchung noch verdünnte Schwefelsäure, die zu untersuchende Probe von Pottasche, und endlich Lackmuspapier als Mittel, den Sättigungszustand einer Mischung aus Schwefelsäure und Kali zu erkennen. Die Zubereitung jedes einzelnen fordert besondere Vorsichten.

Zubereitung der Schwefelsäure: Man gieſse mittelst des Trichters *B* in die Kugel *A* Schwefelsäure von 1.8427 spec. Gew. bis zum Zeichen *a b*. Diese wird bei 15° *C.* 100 Gramme wiegen. Hat man etwa zu viel Säure zugegossen, so daſs sie über den Strich *a b* reicht, so taucht man die Röhre *C* hinein, schlieſst dessen oberes Ende mit dem schwach befeuchteten Zeigefinger, und zieht sie heraus. Da wird man einen Theil der Säure mit herausgenommen haben. Sollte die Flüssigkeit nicht ganz bis *a b* reichen, so kann man mit derselben Röhre leicht einige Tropfen nachträglich in die Kugel *A* bringen.

Man kann die Menge Schwefelsäure, welche die Untersuchung fordert, auch unmittelbar durch Abwägen bestimmen. Sollte die Säure, wenn sie in der Kugel *A* bis zum Zeichen am Halse reicht, bei 15° nicht 100 Gr. wiegen, und wäre sie zu wenig concentrirt, so müſste man sie durch Destillation vorläufig auf die Normaldichte 1.8427 bringen. Hierauf nimmt man das Gefäſs *E*, füllt es zur Hälfte mit Wasser, gieſst langsam die Säure aus der Kugel *A* hinein, und ertheilt derselben dabei eine drehende Bewegung, wäscht die Kugel *A* mehrere Male mit Wasser aus, und vereinigt dieses mit dem Inhalte des Gefäſses *E*, mischt die Masse mit dem Rührer *F* gut durch einander, und setzt so lange Wasser zu, bis nach der Erkaltung die Mischung bis zum Zeichen *c d* reicht. Will man die rechte Mischung der Säure lieber durch das Gewicht bestimmen, so mischt man 100 Gr. concentrirte Schwefelsäure mit 962.09 Gr. Wasser.

Probemasse der Pottasche: Man nehme von verschiedenen Stellen der zu untersuchenden Pottasche eine Masse, die zusammen 48.07 Gr. wiegt, gebe sie in das Gefäſs *I*, das sich auf einem horizontalen Tische befinden muſs, schütte Wasser zu, und mische alles mit dem Rührer *F* gut durch einander; zuletzt muſs die flüssige Masse bis zum Zeichen am Halse *f g* reichen.

Ist nach dieser Weise sowohl die Normalsäure als die Kalilösung gehörig bereitet, so schreitet man zur eigentlichen Untersuchung der Pottasche. Dabei verfährt man so:

Man füllt mit der Normalsäure das Meſsgefäſs *H* so weit, daſs sie etwas über den Nullpunct der Theilung reicht, und läſst den Überschuſs durch die Ansatzröhre *e* tropfenweise ablaufen. Man kann leicht durch einen vorläufigen Versuch ausmitteln, wie viele Tropfen auf den zwischen zwei Theilstriche der Scale enthaltenen Raum kommen.

Hierauf tauche man die Röhre K mit der Spitze in die Kalilösung, hebe durch Saugen so viel Flüssigkeit hinein, dafs sie etwas über das Zeichen hi reicht, schliefse die obere Öffnung von K mit dem Zeigefinger, und ziehe sie dann aus der Flüssigkeit zurück. Bevor K das Gefäfs I verläfst, mufs man den kleinen Überschufs der Lauge in die übrige Masse zurücklaufen lassen, damit K genau bis zum Zeichen hi gefüllt sey. Dabei thut man gut, das untere Ende von K an die Glaswand von I anzuhalten, damit auch der letzte herausfliefsende Tropfe weggenommen werde. Ist dieses geschehen, so fafst K genau 4.80 Gr. von der Pottasche, oder 50 C. Cent. der Lösung. Diesen Inhalt überträgt man in das Gefäfs L, und giefst eine hinreichende Menge Lackmuslösung hinein, um der Masse eine deutliche blaue Farbe zu geben, wobei man gut thut, das Gefäfs L über ein Blatt weifses Papier zu halten, um die Farbenänderung leichter wahrzunehmen.

Nun wird von der Säure langsam so viel in die Kalilösung gegossen, bis die Sättigung erfolgt ist, welche man aus der Farbenänderung erkennt. Sobald sich beim Hineintröpfeln der Säure kein Geräusch mehr hören läfst, und nur ein schwaches Aufbrausen erfolgt, darf man nicht mehr als zwei Tropfen auf ein Mal zugeben, und nach jeder Zugabe mit dem Glasstab N auf blauem Lackmuspapier einen Strich machen. Sobald der Sättigungspunct überschritten ist, wird die weinrothe Farbe zwiebelschalenroth, und der auf Lackmuspapier gemachte Strich ist bleibend roth. Man gibt aber doch zur grösseren Sicherheit noch eine oder zwei Portionen Säure zu, und entnimmt dann aus der Scale am Mefsgefäfse H, wie viel Hunderttheile an Säure man zur Sättigung des Kali gebraucht hat, und subtrahirt dann von diesem Quantum so viel Viertel von einem Hundertel der Säure, als

man bleibend rothe Striche auf dem Papier gemacht hat, *plus* einem. Die letztere Subtraction hat darin ihren Grund, dafs das bei der Sättigung des Kali entstehende schwefelsaure Kali die Reaction der freien Säure auf das Probepapier um einen Tropfen verzögert. Die nach dieser Subtraction übrig bleibende Zahl gibt die Anzahl der Kilogramme Kali in Hunderttheilen Pottasche an. Bei den während des Sättigungsversuches vorgehenden Farbenveränderungen kann man schon auf die Causticität der geprüften Pottasche einen Schlufs machen. Es lassen sich in dieser Beziehung drei Fälle unterscheiden: Die Pottasche ist entweder caustisch, oder ein Carbonid, oder ein Bicarbonid. Im ersten Falle ändert sich die Farbe erst am Ende der Sättigung, und geht plötzlich von Blau in Zwiebelschalenroth über; im zweiten Falle fängt bei $^{11}/_{20}$ der Sättigung ein starkes Aufbrausen an, die blaue Lackmusfarbe geht in weinroth über, und erhält sich bis zum Augenblicke der vollkommenen Sättigung, wo sie zwiebelschalenroth wird. Im dritten Falle wird die Flüssigkeit schon weinroth, wenn man $^{1}/_{20}$ der zur Sättigung nöthigen Schwefelsäure zugegeben hat, und behält diese Farbe, bis die Sättigung überschritten ist.

Prüfung auf schwefelsaure Salze: Pottasche enthält oft schwefelsaure Salze. Um diese zu entdecken, mufs man vorläufig die schwefelsauren Salze zu prüfen verstehen. Zu diesem Zwecke bedient man sich am besten des Baryumchlorides (salzsauren Barytes). Man gibt 248.435 Gr. dieses Salzes in das Gefäfs *E*, und giefst so viel Wasser zu, bis nach erfolgter Auflösung die Flüssigkeit bis zum Zeichen *c d* reicht. Bei 15° *C.* hat diese Lösung die Dichte 1.1812. Hierauf pulvert man das zu prüfende Salz, löset 48.07 Gr. im Gefäfse *I* in $^{1}/_{2}$ Liter Wasser auf, nimmt davon $^{1}/_{10}$ mittelst der Röhre *K* (wel-

che Masse bis zum Zeichen am Halse reicht), überfüllt es in ein gewöhnliches Trinkglas, füllt *H* mit der Chlorbaryumlösung, und tröpfelt sie langsam in die Auflösung des schwefelsauren Salzes, bis keine Trübung mehr erfolgt. Ist die Flüssigkeit schon so trübe, daſs man nicht mehr sehen kann, ob durch Zugabe einer neuen Menge Baryumchlorides ein fernerer Niederschlag erfolgt, so gieſst man eine kleine Portion davon in ein Filtrum, und sammelt die durchlaufende Flüssigkeit in einem Filtrirgefäſse. Erleidet diese durch Zusatz von ein paar Tropfen Baryumchlorides keine Trübung mehr, ist der Sättigungspunct schon überschritten, so muſs man den Prozeſs von Neuem vornehmen. Ist dieses nicht der Fall, so gieſst man ferner Baryumchlorid zu, der Reichlichkeit des Niederschlages gemäſs, vermengt das, was auf dem Filtrum sich befindet, mit der übrigen Masse, rührt sie durch einander, filtrirt dann eine neue Quantität derselben mit dem vorigen Filtrum, und prüft die klare Masse von Neuem. Man hat dabei besonders darauf zu achten, daſs nicht mit der ersten durch das Filtrum gehenden Portion der Versuch vorgenommen werde, wogegen man gesichert ist, wenn man das erste Quantum ganz ablaufen läſst, und eine zweite Portion zur Prüfung nimmt. Hat man es dahin gebracht, daſs ein oder zwei Tropfen Baryumchlorid keine Trübung mehr hervorbringen, so gibt das, was in der Meſsröhre *H* fehlt, den Gehalt an schwefelsaurem Kali. Man kann sich die Arbeit abkürzen, wenn man die Lösung des Baryumchlorides nicht tropfenweise in die zu prüfende Flüssigkeit gieſst, sondern so viel, als zwei Abtheilungen der Scale der Meſsröhre *H* fassen, und, falls die Sättigung überschritten ist, mit einer um zwei Abtheilungen kleinern Quantität den Versuch erneuert. Enthält das schwefelsaure Kali überschüssige Säure, so

wiegt man 48.07 Gr. davon ab, und löset sie in so viel Wasser auf, dafs alles $^1/_2$ Liter beträgt, nimmt hierauf die Röhre *K*, füllt sie mit dieser Lösung, und bestimmt ihren Gehalt wie den des neutralen Salzes. Es sey 72 der gefundene Gehalt. Ferner bereitet man eine Lösung von kohlensaurem Kali von solcher Stärke, dafs sie ihr gleiches Volumen der Probesäure sättigen kann. Man erhält sie, indem man 70.506 Gr. kohlensaures, bei der Dunkelrothglühhitze getrocknetes Kali in so viel Wasser auflöset, dafs die Lösung $^1/_2$ L. beträgt, oder indem man 100 Gr. kohlens. Kali in 691.574 Gr. Wasser löset. Nun nimmt man die Röhre *K* voll saurer schwefelsaurer Kalilösung, sättiget sie mit kohlensaurem Kali, das in *H* enthalten ist, und lernt so die Menge freier Säure kennen, welche das saure Salz enthält. Beträgt diese 25, so ist 72 — 28 = 44 der Kaligehalt des sauren schwefelsauren Kali's.

Bei der Prüfung einer Pottasche, die schwefelsaures Kali enthält, verfährt man zuerst so, als wenn sie dieses nicht enthielte, und bemerkt ihren Kaligehalt. Hierauf nimmt man die Röhre *K* von derselben Lösung, giefst sie in *L*, gibt so viel schwefelsaurefreie Salz- oder Salpetersäure zu, dafs sie Lackmus deutlich röthet, und untersucht sie mittelst Chlorbaryum. Braucht man z. B. $^{35}/_{100}$ der Normalsäure zur Sättigung des Kali, und $^{12}/_{100}$ Chlorbaryum zur Ausscheidung des schwefels. Kalis, so enthält die Probe $^{35}/_{100}$ freies oder an Kohlensäure gebundenes, und $^{12}/_{100}$ an Schwefelsäure gebundenes Kali.

Prüfung eines Gemenges von Seesalz und Chlorkalium (salzsaures Kali). Diese Untersuchung läfst sich leicht mittelst der Temperaturerniedrigung bewerkstelligen, die das zu prüfende Salz bei seiner Auflösung im Wasser hervorbringt, und beruht auf der sehr ungleichen Er-

niedrigung der Temperatur, die beide Salze im Wasser bewirken. Man verfährt dabei so: Es werden von dem zu prüfenden Gemenge 60 Gr. in Wasser aufgelöset, die Lösung filtrirt, das Filter abgespült, die Flüssigkeit zur Trockne abgedampft, der Salzrückstand gewogen, sein Gewicht mit 10 multiplicirt und das Product mit 6 dividirt, und so die Salzmenge erhalten, welche in Hunderttheilen des Gemenges vorkommt. Dieses Salz wird fein zerrieben und 50 Gr. davon abgewogen, zugleich 200 Gr. Wasser in ein Gefäſs gegossen, das Salz auf ein Papier gelegt, und abgewartet, bis es mit dem Wasser eine gleiche Temperatur hat, dann in das Wasser geschüttet, in welchem sich ein Thermometer, das in Fünftelgrade getheilt ist, und Zehntelgrade erkennen läſst, befindet, die Flüssigkeit schnell herumgeschwenkt, um die Auflösung zu beschleunigen, und der niederste Stand des Thermometers bemerkt, den es erreicht. Aus dem Unterschiede zwischen diesem Stande und den des reinen Wassers vor der Mischung erkennt man den Gehalt an Chlorkalium, und mithin durch Subtraction den an Seesalz mittelst folgender Tabelle:

Temperaturerniedrigung.	Gehalt an Chlorkalium.	Temperaturerniedrigung.	Gehalt an Chlorkalium.	Temperaturerniedrigung.	Gehalt an Chlorkalium.
1°.9	0.00	2°.9	10.53	3°.9	21.05
2 .0	1.05	3 .0	11.58	4 .0	22.10
2 .1	2.10	3 .1	12.63	4 .1	23.16
2 .2	3.16	3 .2	13.68	4 .2	24.21
2 .3	4.21	3 .3	14.74	4 .3	25.26
2 .4	5.26	3 .4	15.79	4 .4	26.31
2 .5	6.31	3 .5	16.84	4 .5	27.37
2 .6	7.37	3 .6	17.89	4 .6	28.42
2 .7	8.42	3 .7	18.95	4 .7	29.47
2 .8	9.47	3 .8	20.00	4 .8	30.53

Temperaturerniedrigung.	Gehalt an Chlorkalium.	Temperaturerniedrigung.	Gehalt an Chlorkalium.	Temperaturerniedrigung.	Gehalt an Chlorkalium.
4°.9	31.58	7°.1	54.74	9°.3	77.89
5 .0	32.63	7 .2	55.79	9 .4	78.95
5 .1	33.68	7 .3	56.84	9 .5	80.00
5 .2	34.74	7 .4	57.89	9 .6	81.05
5 .3	35.79	7 .5	58.95	9 .7	82.10
5 .4	36.84	7 .6	60.00	9 .8	83.16
5 .5	37.89	7 .7	61.05	9 .9	84.21
5 .6	38.95	7 .8	62.10	10 .0	85.26
5 .7	40.00	7 .9	63.16	10 .1	86.31
5 .8	41.05	8 .0	64.21	10 .2	87.37
5 .9	42.10	8 .1	65.26	10 .3	88.42
6 .0	43.16	8 .2	66.31	10 .4	89.47
6 .1	44.21	8 .3	67.37	10 .5	90.53
6 .2	45.26	8 .4	68.42	10 .6	91.58
6 .3	46.31	8 .5	69.47	10 .7	92.63
6 .4	47.37	8 .6	70.53	10 .8	93.68
6 .5	48.42	8 .7	71.58	10 .9	94.74
6 .6	49.47	8 .8	72.63	11 .0	95.79
6 .7	50.57	8 .9	73.68	11 .1	96.84
6 .8	51.58	9 .0	74.74	11 .2	97.89
6 .9	52.63	9 .1	75.79	11 .3	98.95
7 .0	53.68	9 .2	76.84	11 .4	100.00

Prüfung der Varecksalze. Durch Auslaugen der rohen Varecksoole erhält man ein Salz, das aus Seesalz, Chlorkalium, schwefelsaurem Kali, aus 1 — 2 pCt. kohlensaurem Natron, und aus etwas Jodkalium und unterschwefeligsaurem Kali besteht. Den Gehalt an den ersten drei Salzen mittelt man so aus: Man nimmt 48.07 Gr. Varecksalz, löset sie in 1/2 Liter Wasser auf, gibt zur Auflösung reine Salpeter- oder Salzsäure, um sie säuerlich zu machen und das kohlensaure Natrum zu zersetzen, und mittelt aus, wie viel Chlorbaryumlösung man zur Ausscheidung der Schwefelsäure braucht.

Brauchte man z. B. dazu $^{12}/_{100}$, so enthielte das Varecksalz 12 Kilog. Kali, oder, der folgenden Tafel gemäfs, 22.19 Kilog. schwefels. Kali oder 18.97 Chlorkalium auf Hunderttheile. Dann bringt man den mit Chlorbaryum gesättigten Theil der Flüssigkeit zur übrigen Masse zurück, und löset darin noch 12 — 15 Gr. Varecksalz auf, sättiget diese Masse vollkommen mit Chlorbaryum, filtrirt sie, und raucht sie zur Trockne ab. Was übrig bleibt, ist ein Gemenge von Chlorkalium und Chlornatrium, das man nach dem Früheren untersuchen kann. Gesetzt, es betrage der Gehalt an ersterem $^{45}/_{100}$, mithin an letzterem $^{55}/_{100}$. Diese Zahlen müssen aber reducirt werden. Denn da die 22.19 Kilog. schwefels. Kali nur 18.97 Chlorkalium geben, so reduciren sich 100 Th. Varecksalz nach der Zersetzung des schwefels. Kali durch Baryumchlorid auf 96.98, und man mufs die 45 Th. Chlorkalium und die 45 Th. Chlornatrium in dem Verhältnisse 100 : 96.78, d. i. auf 43.55 und 53.23 vermindern. Zieht man von 43.55 die 18.97 Th. Chlorkalium, als Product der Zersetzung der schwefelsauren Salze, ab, so erhält man als im Varecksalze enthalten 24.58.

Mittel, Varecksalz zu erkennen. Um dieses Salz, selbst wenn es bereits ausgewaschen worden ist, mit Sicherheit zu erkennen, giefse man Schwefelsäure darauf, und sehe, ob sich violette Dämpfe entwickeln, welche das Daseyn von Jod beweisen, oder, falls diese Dämpfe unterbleiben, ob das Salz nicht wenigstens eine braune Farbe annimmt.

Das sicherste und empfindlichste Prüfungsmittel besteht aber darin, dafs man etwas weniger Wasser zum Salz gibt, als zur Auflösung desselben nöthig ist, hierauf etwas Stärkmehl einrührt, und dann unter Umrühren Chlorkalklösung tropfenweise zugibt; da mufs die Flüssigkeit, wenn man es mit wahrem Varecksalze zu

thun hat, eine mehr oder weniger gesättigte violette Farbe annehmen, welche aus der Verbindung des Jod mit Stärke hervorgeht.

Alkalimetrischer Gehalt eines Alkali. Darunter versteht man die Percente einer bestimmten Säure, die mit einem gleichen Gewichte dieses Alkali gesättiget ist. Man hat im Handel als Säureeinheit einen metrischen Centner concentrirte Schwefelsäure angenommen, und nennt den Grad des Kali oder der Soda die Menge von Kali oder Soda, die ein Kilogramm concentrirte Schwefelsäure sättiget. Die zur Bestimmung des alkalimetrischen Grades dienliche Säure ist die vorhin gebrauchte, aus 5 Gr. conc. Schwefelsäure und so viel Wasser bestehende Mischung, als nöthig ist, um daraus 50 *C.* Centimeter oder $^1/_{20}$ Liter zu bilden. Demnach ist das Gewicht des Alkali = 5 Gr.

Bestimmung des alkalimetrischen Grades der Pottasche. Man löset 50 Gr. Pottasche in so viel Wasser auf, daſs das Volumen $^1/_2$ Liter beträgt, nimmt davon mittelst der Röhre *K* $^1/_{20}$ Liter, gieſst es in das Gefäſs *L*, und sättiget es mit der Normalsäure, wie vorhin geschehen ist. Die Percente dieser Säure, welche zur Sättigung gebraucht werden, zeigen, wie viel Kali in 100 Kilogramm der Pottasche enthalten ist. Die folgende Tafel gibt den alkalimetrischen Grad der Pottasche, welche Kali im ätzenden, kohlensauren, schwefelsauren oder salzsauren Zustande enthält, an.

Gehalt der Pottasche dem Gewichte nach.	Alkalimetrischer Grad.	Kalihydrat.	Kohlensaures Kali.	Salzsaures Kali.	Schwefelsaures Kali.
1	1.04	1.19	1.47	1.58	1.85
2	2.08	2.38	2.93	3.16	3.70
3	3.12	3 58	4.40	4.74	5.55
4	4.16	4.76	5.87	6.32	7.40
5	5.20	5.95	7.33	7.90	9.25
6	6.24	7.14	8.80	9.49	11.10
7	7.28	8 33	10.27	11.07	12.95
8	8.32	9 52	11.73	12.65	14.80
9	9.36	10.72	13.20	14.23	16.65
10	10.40	11.91	14.67	15.81	18.50
11	11.44	13.10	16.13	17.39	20.35
12	12.48	14.29	17.60	18.97	22.19
13	13.52	15.48	19.07	20.55	24.04
14	14.56	16.67	20.53	22.13	25.89
15	15.60	17.86	22.00	23.71	27.74
16	16.64	19.05	23.47	25.29	29.59
17	17.68	20.24	24.93	26.87	31.44
18	18.72	21.43	26.40	28.46	33.29
19	19.76	22.62	27.87	30.04	35.14
20	20.80	23.81	29.33	31.62	36.99
21	21.84	25.00	30.80	33.20	38.84
22	22.88	26.19	32.27	34.78	40.69
23	23.92	27.38	33.73	36.36	42.54
24	24.96	28.57	35.20	37.94	44.39
25	26.00	29.76	36.67	39.52	46.24
26	27.04	30.96	38.13	41.10	48.09
27	28.08	32.15	39.60	42.68	49.94
28	29.12	33.34	41.07	44.26	51.79
29	30.16	34.53	42 53	45.84	53.64
30	31.20	35.72	44.00	47.43	55.49
31	32.24	36.91	45.47	49.01	57.34
32	33.28	38.10	46.94	50.59	59.19
33	34.32	39.29	48.40	52.17	61.04
34	35.37	40.48	49.87	53.75	62.88
35	36.41	41.67	51.34	55.33	64.73
36	37.45	42.86	52.80	56.91	66.58
37	38.49	44.05	54.27	58.49	68.43
38	39.53	45.24	55.74	60.07	70.28
39	40.57	46.43	57.20	61.65	72.13
40	41.61	47.62	58.67	63.23	73.98
41	42.65	48.81	60.14	64.81	75.83
42	43.69	50.00	61.60	66.40	77.68

Gehalt der Pottasche dem Gewichte nach.	Alkalimetrischer Grad.	Kalihydrat.	Kohlensaures Kali.	Salzsaures Kali.	Schwefelsaures Kali.
43	44.73	51.20	63.07	67.98	79.53
44	45.77	52.39	64.54	69.56	81.38
45	46.81	53.58	66 00	71.14	83.23
46	47.85	54.77	67.47	72.72	85.08
47	48.89	55.96	68.94	74.30	86.93
48	49.93	57.15	70.40	75.88	88.78
49	50.97	58.34	71.87	77.46	90.63
50	52.01	59.53	73.34	79.04	92.48
51	53.05	60.72	74.80	80.62	94.33
52	54.09	61.91	76.27	82.20	96.18
53	55.13	63.10	77.74	83.79	98.03
54	56.17	64.29	79.20	85.37	99.88
55	57.21	65.48	80.67	86.95	
56	58.25	66.67	82.14	88.53	
57	59.29	67.86	83.60	90.11	
58	60.33	69.05	85 07	91.69	
59	61.37	70.25	86.54	93.27	
60	62.41	71.44	88.00	94.85	
61	63.45	72.63	89.47	96.43	
62	64.49	73.82	90.94	98.01	
63	65.53	75.01	92.40	99.59	
64	66.57	76.20	93.87		
65	67.61	77.39	95.34		
66	68.65	78.58	96.80		
67	69.69	79.77	98.27		
68	70.73	80.96	99.74		
69	71.77	82.15			
70	72.81	83.34			
71	73.85	84.53			
72	74.89	85.72			
73	75.93	86.91			
74	76.97	88.10			
75	78.01	89.29			
76	79.05	90.49			
77	80.09	91.68			
78	81.13	92.87			
79	82.17	94.06			
80	83.21	95.25			
81	84.25	96.44			
82	85.29	97.63			
83	86.33	98.82			
84	87.37	100.01			

Der Sinn dieser Tabelle ist leicht zu verstehen. Sie lehrt z. B., dafs 30 Gewichtstheile (Kilogramme) Kali in 31.20 Graden nach dem Alkalimeter, in 35.72 Kalihydrat, 44.00 Kilogr. kohlens. Kali, 47.43 Kilogr. salzsaurem, oder in 55.49 Kilogr. schwefelsaurem enthalten seyen. Mittelst der vier letzten Spalten kann man auch den Wassergehalt, den Gehalt an Kohlensäure, Salzsäure oder Schwefelsäure ausmitteln, an welche das Alkali gebunden ist, indem man von dem Gehalt nach der betreffenden Spalte den reinen Gewichtsgehalt abzieht. So z. B. enthalten 55.49 Kilogr. schwefelsaures Kali, das dem Gewichtsgehalte 30 entspricht, 55.49 — 30 = 25.49 Kilogr. Schwefelsäure. Im salzsauren Kali (Chlorkalium) ist zwar kein Kali als solches, aber so viel Kalium enthalten, als zur Bildung der angegebenen Gewichtsmenge Kali nothwendig ist.

Folgende Tabellen sind bei der Umbildung der genannten Kalisalze von Nutzen:

I.

Alkalimetrischer Grad.	Gewichtsgehalt der Pottasche.	Kohlensaures Kali.	Salzsaures Kali.	Schwefelsaures Kali.
1	0.96	1.41	1.52	1.78
2	1.92	2.82	3.04	3.56
3	2.88	4.23	4.56	5.33
4	3.85	5.64	6.08	7.11
5	4.81	7.05	7.60	8.89
6	5.77	8.46	9.12	10.67
7	6.73	9.87	10.64	12.45
8	7.69	11.28	12.16	14.23
9	8.65	12.69	13.68	16.00
10	9.61	14.10	15.20	17.78

II.

Kohlensaures Kali.	Salzsaures Kali.	Schwefelsaures Kali.	Gewichtsgehalt der Pottasche.	Alkalimetrischer Grad.
1	1.08	1.26	0.68	0.71
2	2.16	2.52	1.36	1.42
3	3.23	3.78	2.05	2.13
4	4.31	5.04	2.73	2.84
5	5.39	6.30	3.41	3 55
6	6.47	7.57	4.09	4 25
7	7.54	8.83	4.77	4.96
8	8.62	10.09	5.45	5.67
9	9.70	11.35	6.14	6.38
10	10.78	12.61	6.82	7.09

III.

Salzsaures Kali.	Kohlensaures Kali.	Schwefelsaures Kali.	Gewichtsgehalt der Pottasche.	Alkalimetrischer Grad.
1	0.93	1.17	0.63	0.66
2	1.86	2.34	1.26	1.32
3	2.78	3 51	1.90	1.97
4	3.71	4.68	2.53	2.63
5	4.64	5.85	3.16	3.29
6	5.57	7.02	3.80	3.95
7	6.49	8.19	4.43	4.61
8	7.42	9.36	5.06	5.26
9	8.35	10.53	5.69	5.92
10	9.28	11.70	6.33	6.58

IV.

Schwefelsaures Kali.	Kohlensaures Kali.	Salzsaures Kali.	Gewichtsgehalt der Pottasche.	Alkalimetrischer Grad.
1	0.79	0.85	0.54	0.56
2	1.59	1.71	1.08	1.12
3	2.38	2.56	1.62	1.69
4	3.17	3.42	2.16	2.25
5	3.97	4.27	2.70	2.81
6	4.76	5.13	3.24	3.37
7	5.55	5.98	3.78	3.94
8	6.34	6.84	4.33	4.50
9	7.14	7.69	4.87	5.06
10	7.93	8.55	5.40	5.62

2. Reagens auf kleine Quantitäten organischer Stoffe im Wasser. Von *J. Davy*.

(Edinb. ph. journ. N. 11, p. 129.)

Wenn salpetersaures Silber in reinem Wasser aufgelöset ist, so wird es durch das Sonnenlicht nicht geändert, befindet sich aber im Wasser nur die geringste Menge eines vegetabilischen oder thierischen Stoffes, so färbt sich die Lösung im Lichte. Im gewöhnlichen destillirten Wasser ist diese Färbung sehr stark. Um zu beweisen, daſs die Ursache der Färbung die gerade angegebene sey, braucht man nur die bereits durch das Sonnenlicht gefärbte Masse zu entfernen, die übrig gebliebene farblose Flüssigkeit zu decantiren, und sie wieder dem Sonnenlichte auszusetzen. So intensiv dieses auch seyn mag, so bringt es doch keine weitere Wirkung mehr hervor. Gibt man aber wieder destillirtes Wasser zu, so tritt obiges Phänomen von neuem ein. Es ist daher das salpetersaure Silber eines der besten Prüfungsmittel auf vegetabilische oder thierische im Wasser enthaltene Stoffe, nur muſs man dafür sorgen, daſs Silberchloride, welche sich vermöge der Anwesenheit salzsaurer Salze im Wasser gebildet haben, gehörig entfernt werden, bevor man die Flüssigkeit zum Behufe der Entdeckung organischer Stoffe dem Lichte aussetzt.

3. Fernröhre mit Bergkrystall-Linsen. Von *Cauchoix*.

(Ann. de l'indust. fr. et étr. T. 11, p. 34.)

Bis jetzt waren die Bemühungen der practischen Optiker in Betreff des zu Fernrohrlinsen zu verwendenden Materials immer nur dahin gerichtet, das Flintglas entweder zu verbessern, oder durch einen anderen leichter zu erhaltenden Stoff zu ersetzen, und fast Nie-

mand dachte daran, für das Crownglas einen Stellvertreter aufzufinden, weil dieses immer noch leichter in grossen Stücken rein und wellenfrei zu erhalten war, als ersteres, wiewohl die Verfertigung grofser zum optischen Gebrauche vollkommen geeigneter Stücke gröfseren Schwierigkeiten unterliegt, als man gewöhnlich glaubt, indem man diese Schwierigkeiten in Vergleich mit den allerdings noch viel gröfseren, gutes Flintglas zu erhalten, gleichsam als verschwindend klein ansieht. *Cauchoix* will auch das Crownglas durch einen anderen Stoff, nämlich durch Bergkrystall, ersetzen, und verspricht sich davon nichts weniger als gröfsere *Deutlichkeit*, mehr *Lichtstärke* der Bilder, nebst dem Vortheil, den Fernröhren, bei welchen solche Linsen angewendet werden, bei gleicher Vergröfserung eine *geringere Länge* geben zu können, ohne bei allen diesen Vorzügen die Verfertigung beträchtlich zu erschweren und den Preis zu erhöhen.

Cauchoix hebt vor allem jenen Vortheil der Fernröhre mit Bergkrystall-Linsen hervor, der von der geringeren Länge hervorgeht, und, um diesen den Lesern seiner Ankündigung recht begreiflich zu machen, vergleicht er die Fernröhre nach dem neuen Baue mit den *Dollond*'schen von 3 $^1/_2$ Z. Durchmesser und 42 Z. Brennweite. Bei diesen, sagt er, bilden die Tangenten, welche zu den Randkrümmungen der zwei Bestandtheile der achromatischen Objectivlinse gehören, die Winkel 12° 21′ 5″ und 8° 40′ 22″. Daraus folgert er, dafs man durch Anwendung des *Guinand*'schen Glases statt des englischen Flintglases die Brennweite von 42 Z. auf 36 reduciren könne, und daher im Stande sey, dadurch entweder die Fernröhre kürzer zu machen, oder, falls man ihnen die bisherige Länge läfst, ihnen mehr Deutlichkeit zu geben. Ersetzt man gar, unter Beibehaltung des englischen

oder eines ähnlichen gleich guten Flintglases, das Crownglas durch Bergkrystall, so läfst sich die Brennweite auf 28 $^1/_4$ Z. herabsetzen, endlich aber gar auf 25 Z., wenn man eine Bergkrystall-Linse mit einer aus *Guinand*'schem Flintglase verbindet, und dabei können sie den von *Dollond* gewählten Durchmesser von 3 $^1/_2$ Z. behalten. Bei terrestrischen Fernröhren müfste diese Verkürzung noch bedeutender ausfallen. Endlich findet *Cauchoix* selbst in der gröfseren Dauerhaftigkeit des Bergkrystalls im Vergleiche mit Crownglas einen neuen Grund zur Empfehlung seiner sogenannten Erfindung.

Die Richtigkeit aller Behauptungen *Cauchoix's*, welche sich darauf beziehen, dafs man durch Verwechslung des Crownglases mit Bergkrystall Fernröhre bei gleicher Öffnung kürzer machen kann, wird wohl Niemand bestreiten wollen, auch wird man den daraus hervorgehenden Vortheil nicht verkennen. Die gröfsere Dauer der Bergkrystall-Linsen ist von viel geringerem Belange, da man doch Fernröhre nicht wie Stöcke braucht, und durch einen etwaigen Fall eine Bergkrystall-Linse eben sowohl Schaden leiden dürfte, wie eine Linse aus Crownglas. Aber ein anderer Punct bleibt übrig, dessen Erörterung durch einen Künstler von *Cauchoix's* Range gewifs jedem Freunde der Optik interessant gewesen wäre, den er aber kaum mit ein paar Worten berührt, nämlich: ob Fernröhre mit Bergkrystall-Linsen auch den Grad der *Deutlichkeit* besitzen, welchen man mit Crownglas erreichen kann. Krystalle sind in der Regel nicht an allen Stellen gleich dicht, und der mindeste Unterschied in der Dichte, den man durch kein mechanisches Mittel mehr zu entdecken im Stande ist, äufsert sich durch die Ungleichheit der Wirkung auf das Licht, die der Deutlichkeit der Bilder starken Abbruch thut. Es ist wohl auch eine Crownglasmasse

nicht allenthalben gleich dicht, und besitzt demnach nicht an allen Stellen einerlei Brechungsvermögen; allein wenn einem grofse Stücke zu Gebote stehen, so hält es nicht so gar schwer, einen Theil desselben, besonders im Innern der ganzen Masse, zu finden, von einer Gröfse, wie man ihn zu Linsen braucht, der durchaus gleichförmig dicht ist. Bei Bergkrystall, bei welchem grofse und reine Stücke immer zu den Seltenheiten gehören, dürfte es schwer seyn, Massen von solcher Ausdehnung zu finden, dafs man in der Wahl der Stücke etwas wählig seyn könnte. Endlich besitzt der Bergkrystall bekanntlich das Vermögen, das Licht doppelt zu brechen, und eine Linse aus diesem Stoffe kann daher durchaus nicht unter allen Umständen ein einziges, abweichungsfreies Bild geben, selbst wenn man dafür Sorge trägt, dafs ihre Axe mit der Axe der doppelten Brechung parallel läuft, oder darauf senkrecht steht. Fernröhre zum astronomischen Gebrauche, und um diese handelt es sich ja vorzüglich bei jeder Verbesserung, werden aber durch diesen Umstand gewifs stark leiden.

Was die Reinheit des Bergkrystalls anbelangt, die *Cauchoix* auch heraushebt, so ist sie wohl nicht so grofs, als er zu glauben scheint. Nur kleine Krystalle sind völlig rein, gröfsere hingegen enthalten meistens Höhlungen, Streifen etc., und stehen selbst in dieser Hinsicht dem sorgfältig bereiteten Crownglase nach. Demnach scheint es etwas gewagt, den sanguinischen Hoffnungen *Cauchoix's* unbedingt Glauben beizumessen, sondern rathsam, den Erfolg, welcher sich aus der wirklichen Anwendung von Bergkrystall-Linsen zu *gröfseren* Fernröhren ergibt, abzuwarten.

VI.
Fortschritte der Physik in der neuesten Zeit.

A. Optik.

1. Versuche über die Wirkung der Wärme auf das Brechungs- und Zerstreuungsvermögen der Flüssigkeiten. Von *P. Barlow.*

(Phil. transact. 1828. *P. II., p.* 313.)

Barlow hat in der neueren Zeit die Aufmerksamkeit der Physiker wieder auf die achromatischen Linsen, wo das Flintglas durch eine Flüssigkeit, und namentlich durch Schwefelalkohol (Schwefelkohlenstoff) ersetzt ist, geleitet, und wirklich Instrumente ausgeführt, welche ungemein viel leisten. Er brachte ein Fernrohr mit einem 6zölligen Objective zu Stande, welches bei einer 300maligen Vergröſserung die Doppelsterne Castor und γ *Leonis*, ω *Aurigae*, 2 *Orionis* etc. gut begrenzt zeigte, und bei 150maliger Vergröſserung den Doppelring des Saturn recht deutlich, die Streifen und Trabanten des Jupiters erträglich scharf darstellte. Die gröſseren Leistungen dieser Fernröhre vor den früher mit flüssigen Objectiven zu Stande gebrachten rühren vorzüglich von einer besonderen Anordnung der flüssigen Linse gegen die Glaslinse, mit der sie die achromatische Doppellinse gibt, her. Früher hat man nämlich immer die beiden Linsen mit einander in Berührung gebracht, oder sie doch einander so nahe gestellt, daſs ihre Entfernung als verschwindend klein angesehen werden konnte; *Barlow* hingegen hat die mit der Flüssigkeit gefüllte Linse so weit von der gläsernen Convexlinse entfernt, daſs ihr Abstand nahe der halben Brennweite der letzteren gleich kam. Da konnte er der flüssigen Linse eine klei-

nere Öffnung geben, und den Hauptfehler flüssiger Objective bedeutend vermindern, welcher darin besteht, daſs die Flüssigkeit in verschiedenen Horizontalschichten eine verschiedene Temperatur und Dichte annimmt, und daher nicht an allen Stellen gleich auf das Licht wirkt. Die Möglichkeit dieses Auseinanderrückens der zwei Linsen ward durch das ungemein groſse Zerstreuungsvermögen des Schwefelalkohols begründet, das nahe vier Mal gröſser als jenes des englischen Flintglases ist (indem es sich nach *Barlow* zu dem des Tafelglases nach Verschiedenheit des letzteren wie 1 : 299, oder wie 1 : 334 verhält).

Mit einem solchen Fernrohr versuchte *Barlow* die Wirkung der Wärme auf den Schwefelalkohol auszumitteln. Er richtete zu diesem Behufe die Glaslinse so ein, daſs er sie der flüssigen Linse nähern konnte, brachte das Fernrohr in ein kleines Gemach, dessen Temperatur er erhöhen konnte, richtete es auf das Zifferblatt einer 150 F. davon entfernten Uhr, und adjustirte es bei 40° F. zum deutlichen Sehen. Hierauf wurde das Gemach stufenweise bis 75° F. erwärmt, und für jede Änderung der Temperatur von 5° die Adjustirung neuerdings durch Änderung der Entfernung der zwei Theile der Objectivlinse von einander vorgenommen. Die Erfahrung lehrte, daſs die Länge des Fernrohres bei einer Temperaturänderung von 40° F. auf 75° F. um 0.134 Z. geändert werden muſste. Nun berechnete *Barlow* die Focallänge einer gewöhnlichen Linse von gleicher Kraft mit der in seinem Fernrohre, und fand diese Gröſse bei 31° gleich 73.34 Z., bei 84° aber 72.28. Die Brennweite der mit Flüssigkeit gefüllten Linse ergab sich von folgender Gröſse: bei 31° F. = 32.222,
» 57° » = 32.650,
» 84° » = 33.090;

die Farbenzerstreuung hingegen

bei 31° F. = 0.3067,
» 57° » = 0.3075,
» 84° » = 0.3084.

Es beträgt zwar die Änderung im Brechungsvermögen der Flüssigkeit an und für sich nicht so wenig, aber diese Änderung übt auf die Leistung des Fernrohrs wegen der besonderen Einrichtung desselben einen sehr geringen Einfluſs aus. Da sich nämlich bei übrigens gleichen Umständen die Focallängen verkehrt wie die Exponenten der Brechungsverhältnisse verhalten, und dieser Exponent bei 57° gleich 0.634 ist, so findet man mittelst obiger Gröſsen diesen Exponenten

für 31° F. = 0.642,
» 57° » = 0.634,
» 84° » = 0.625,

mithin ändert sich der Brechungsexponent für eine Temperaturänderung von 84° — 31° = 53° F. um $\frac{0.017}{0.634} = \frac{1}{57}$ seiner Gröſse bei 57° F.; mithin, wenn man annimmt, er ändere sich der Temperatur proportionirt, für die Temperaturänderung von 212 — 32 = 180° F. nahe um $\frac{1}{10}$.

Die Änderung der Farbenzerstreuung, die sich aus dem vorhin erwähnten Versuche ergab, erscheint nur sehr gering, und *Barlow* meint, sie sey gar bei allen Temperaturen von derselben Gröſse. Denn heiſst das Brechungsverhältniſs der äuſsersten und mittleren Strahlen $1:1+a$, $1:1+a'$, $1:1+a''$, so ist das Zerstreuungsvermögen gleich $\frac{a-a''}{a'}$. Da sich nun a' für den Schwefelalkohol der Dichte proportionirt ändert, so kann man wohl annehmen, es finde dasselbe auch für a und a'' Statt, und es sey demnach das Zerstreuungsvermö-

gen von der Temperatur unabhängig. *Barlow* meint aber doch, es seyen zur völligen Entscheidung dieses Gegenstandes noch nähere Untersuchungen nothwendig, wiewohl der Erfolg der Prüfung seines Fernrohrs obiger Behauptung günstig ist, indem sich im Fernrohre bei der Änderung der Temperatur keine Färbung der Gegenstände wahrnehmen liefs. Wenn man aber bedenkt, dafs nach den, wie es scheint, sehr genauen, von *Arago* und *Petit* schon im Jahre 1816 angestellten Versuchen das Zerstreuungsvermögen des Schwefelalkohols mit der Dichte desselben abnimmt, jedoch in einem gröfseren Verhältnisse als die Dichte sich ändert, so wird man wohl wünschen müssen, *Barlow* möge seinen Vorsatz, die Sache noch genauer zu untersuchen, nicht aufgeben.

2. Theorie der von *Fraunhofer* beobachteten Farbenerscheinungen. Von *Th. Young.*

(Ann. de Chim. T. 40, p. 178.)

Die von *Fraunhofer* beobachteten Farbenphänomene sind so interessant, und für die Theorie des Lichtes so wichtig, dafs jeder Beitrag zur Erklärung derselben Beachtung verdient, besonders wenn er von einem Manne herrührt, dessen Verdienste so ausgezeichnet grofs sind, wie die *Young's*. Darum soll hier das, was dieser Gelehrte sagt, möglichst genau und meistens wörtlich mitgetheilt werden:

»Es ist schon eine geraume Zeit, dafs *Brewster*, wenn ich nicht irre, als er von den Farben der Perlmutter sprach, die Bemerkung machte, dafs sich die in diesem Falle durch vielfache Beugung entstandenen Farben mehr dem durch Brechung des Sonnenlichtes entstandenen Spectrum nähern, als die abwechselnden Farben der gewöhnlichen Beugung, oder die der *Newton*'schen Far-

benringe. Doch verdanken wir hierüber *Fraunhofer* die sorgfältigsten Versuche.

Das Princip, woraus ich mir dieses Phänomen erkläre, besteht nun in Folgendem:

Wenn eine Folge paralleler Linien vorhanden ist, deren je zwei und zwei die gewöhnlichen Beugungsfarben geben, so muſs die Vereinigung einer groſsen Anzahl solcher Linien die Wirkung haben, die Breite der durch das homogene Licht erzeugten Farbenstreifen sehr zu vermindern, so daſs nach dem leuchtenden Centralstreifen, d. h. an der Stelle des zweiten schmalen durch die zwei von einander am meisten entfernten Linien gebildeten Lichtstreifens, vollkommene Dunkelheit herrscht, und auf diese dunkle Stelle folgen nun schwache Lichtstreifen, die immer schwächer werden bis zur Mitte der Entfernung des zweiten lichten Hauptstreifens, welcher durch je zwei einander nahe Linien gebildet ist.

Es gibt zwei Methoden, nach denen man die Eigenschaften einer Vereinigung mehrerer Schwingungen berechnen kann; die eine besteht darin, daſs man sich darauf beschränkt, für einen gegebenen Augenblick die Summe der Bewegungen zu finden, die einem Theilchen eigen sind, und das Maximum und Minimum für jeden Augenblick zu berechnen. Die andere geht darauf aus, für jedes Zusammentreffen der Bewegung die Eigenschaften der daraus resultirenden Undulation zu bestimmen. Der letzteren hat sich *Fresnel* bedient. Sie ist vielleicht allgemeiner und eleganter als die erstere, aber diese ist einfacher, und läſst sich ohne Schwierigkeit mittelst der allgemeinen Grundsätze der veränderlichen Gröſsen auf die Zeit des Maximum und Minimum anwenden.

Gesetzt, man habe 100 parallele beugende Linien, deren eine von der anderen um $^1/_{5000}$ Z. absteht, und

alle sowohl von der Lichtquelle als von der Tafel oder der Linse, mit der man die Bilder auffängt, gleichweit entfernt sind; man betrachte nur homogenes grünes Licht, dem eine Wellenlänge von ungefähr $^4/_{50000}$ Z. entspricht. Aus meinen im Jahre 1801 bekannt gemachten Versuchen *) geht hervor, dafs jedes Paar dieser Linien Lichtstreifen hervorbringt in einer Winkelentfernung von der Mitte, deren Sinusse durch die Zahlen $^1/_{10}$, $^2/_{10}$, $^3/_{10}$ . . bis $^{10}/_{10}$ ausgedrückt werden. Die Linien, welche mir damals zu Gebote standen, hatten keine gleiche Entfernung von einander, und ich konnte daher nicht jene merkwürdigen Bemerkungen machen, die sich aus *Fraunhofer's* Versuchen ausgeben, und die man aus *Barton's* irisirenden Knöpfen entnehmen kann, nämlich, dafs jede Farbe fast eben so gut begrenzt ist, wie in dem durch Brechung entstandenen Farbenbilde, statt dafs man mit einem einzigen Paare solcher Linien, so wie mit einem dünnen Faden nur zerstreutes und gemengtes Licht wie bei *Newton's* Farbenringen wahrnimmt.

In der That unterstützen sich nur an den Stellen, welche der Mitte der gewöhnlichen breitesten Lichtstreifen entsprechen, alle hundert Systeme über einander gelagerter Undulationen; an diesen Stellen sind alle Elementarschwingungen vollkommen gleichzeitig, und folgen sich mit Zwischenräumen einer ganzen Oscillation; denn es ist klar, dafs am zweiten Lichtstreifen, wo die Schwingungen des zweiten Systemes im Verhältnifs zu denen des ersten eine Schwingung verloren haben, die Schwingungen des dritten Systemes deren zwei eingebüfst haben, indem die dritte Linie von der ersten zwei Mal so weit absteht als die zweite, und die Schwingungen der 101sten Linie haben 10 Schwingungen verloren.

---

*) Siehe *Gilbert's* Aunalen, Bd. 39.

Eben so ist die Differenz der Wege im dritten Lichtstreifen noch ein Mal so groſs, aber die Wirkung ist überall dieselbe, und jeder Streifen enthält die vereinte Kraft von allen 100 Beugungsmittelpuncten, während in einer kleinen Entfernung von der Mitte, und da, wo das von den entferntesten Puncten hin gelangende Licht nur vermöge der Differenz der Wege eine Oscillation eingebüſst hat, die Oscillationen zusammentreffen, die in fast gleichen Abständen durch den ganzen Umfang eines Kreises, der ihnen entspricht, sich befinden, und die respectiven Geschwindigkeiten, die den positiven oder negativen Cosinussen der Kreisbogen proportionirt sind, sich gegenseitig aufheben und als Summe Null geben. Diese Distanz ist der hundertste Theil eines Zehntels des Radius, oder $^1/_{1000}$ der ganzen Entfernung des Schirmes. Beträgt daher diese Distanz 100 Zoll, so ist der ganze Lichtstreifen von jeder Seite $^1/_{10}$ Z., mithin im Ganzen $^1/_5$ Z. breit, den durch das geschwächte Licht unvollkommen beleuchteten Raum mit einbegriffen; der für uns bemerkbare Streifen hat vielleicht eine noch geringere Breite.

Es ist unmöglich, die Lichtstärke verschiedener Puncte auf dem Schirme zu berechnen, ohne das Gesetz zu kennen, nach welchem sich die ursprünglichen Impulsionen nach allen Richtungen fortpflanzen; man kann aber annehmen, die elementaren Anregungen erfolgen nach allen Richtungen auf gleiche Weise, wie dieses *Huyghens* thut, oder doch in der der geraden nahe liegenden Richtung, wie *Fresnel* voraussetzt; auch ist es bequem, anzunehmen, daſs diese das Gesetz der Sinusse oder Cosinusse befolgen, als dasjenige, welches für die meisten in der Natur vorkommenden kleinen Oscillationen gültig zu seyn scheint. Heiſst nun x die Entfernung eines Punctes am Schirme von der Mitte des

nächsten leuchtenden Streifens, und wird angenommen, daſs x für den Abstand zweier Streifen gleich 360° wird, so kann man die Geschwindigkeiten der Oscillationen, die sich in einem Augenblicke vereinigen, durch die Summe einer Reihe von Cosinussen ausdrücken, die im Allgemeinen dem Bogen nx entsprechen, und wo die Differenz der Glieder x ist, wie z. B. durch

$$\cos. 0 + \cos. x + \cos. 2x + \ldots \cos. nx$$

für jenen Augenblick, wo die Geschwindigkeit der ersten Oscillation ihr Maximum erreicht hat. Es ist aber klar, daſs die ganze Summe ein Maximum seyn wird, wenn es das mittlere Glied ist, und man sieht auch leicht ein, daſs man für eine groſse Anzahl von Abtheilungsgliedern die Summe der Reihe finden kann, wenn man jedes Glied durch den kleinen Raum vorstellt, der durch Abtheilung einer die Sinusse vorstellenden Gestalt gegeben ist, und daſs man daher als Summe von

$$\cos. 0 + \cos. x + \cos. 2x \ldots \cos. nx$$

nahe erhält $n . \frac{\sin. nx}{nx} = \frac{\sin. x}{x}$; eine Gröſse, deren Differenzial verschwindet, wenn $nx = \text{tang.}\, nx$ ist. Um die Maxima der Beleuchtung zu finden, müſste man die Werthe für $\frac{n}{2}$ und für positive und negative x nehmen.

Für die zwei ersten Maxima, die auf den mittleren Streifen folgen, sind die Winkelabstände

$$256^0\, 27' = 4.4936 \quad \text{und} \quad 442^0\, 37' = 7.725,$$

wo dann die dritten dazwischen liegenden Linien den Werthen 180° und 360° derselben Scale entsprechen. Als Ausdruck der Lichtstärke erhält man $\frac{1}{21.18}$ und $\frac{1}{60.7}$, wenn man die Quadrate der Geschwindigkeiten mit der ganzen in der Mitte herrschenden Geschwindigkeit vergleicht.

Diese Rechnung wird um so schärfer, je näher die beugenden Linien einander stehen, und je gröfser ihre Anzahl ist; der Ausdruck $\frac{\sin. nx}{x}$ stellt immer eine endliche Geschwindigkeit vor, wenn auch n unendlich wird, welches der Fall ist, wenn das Licht immer durch eine sehr schmale Öffnung in ein verfinstertes Zimmer eindringt. Ist aber der Lichtbüschel breit, so dafs seine verschiedenen Theile im Vergleich mit dem die Mitte des Schirmes treffenden verschiedene Wege zurücklegen, dann gehört die Aufgabe zu denen, welche *Fresnel* so glücklich aufgelöset hat.

3. Über Beugungsfarben. Von *Babinet*.

(Ebendaselbst, p. 166.)

Babinet hat der philomatischen Gesellschaft am 8. December 1827 einen Aufsatz vorgelesen, worin er von den Farbenerscheinungen spricht, welche man erhält, wenn man das von einer hohen und schmalen Öffnung kommende Licht durch ein aus parallelen, gleich weit von einander abstehenden Fäden bestehendes Gitter leitet, und die zuerst von *Fraunhofer* mit so grofser Schärfe gemessen wurden. Das, was über diesen Gegenstand deutschen Lesern neu seyn kann, folgt hier in Kürze: *Fraunhofer* hat, wie bekannt, den Winkelabstand der einzelnen Farbenbilder von der Mitte des weifsen, ungebeugten Strahls mittelst eines repetirenden Theodoliths bestimmt, und es ist wohl zu zweifeln, dafs man auf irgend einem anderen Wege ein schärferes Resultat erhalten wird; indefs gibt *Babinet* doch ein anderes Mittel zu demselben Zwecke an, das Genauigkeit mit Einfachheit verbindet. Es seyen B und N (Fig. 11) zwei schmale Öffnungen, deren gegenseitige Entfernung sehr genau bekannt ist, und deren jede links und rechts eine

Reihe Farbenbilder erzeugt, wenn man das durch sie in das verfinsterte Zimmer gelangende Licht durch ein Gitter von der oben genannten Art gehen läfst. Man kann es durch Abändern des Abstandes des Gitters von diesen Öffnungen leicht dahin bringen, dafs ein rechts gelegenes Bild, das zur Öffnung *B* gehört, auf das gleichartige, links liegende, von der Öffnung *N* herrührende fällt. In diesem Falle gibt die Distanz des Gitters von den Öffnungen verbunden mit der Entfernung der Gitter von einander den doppelten Ablenkungswinkel der Strahlen, welche die betreffenden Spectra bilden.

Die im vorhergehenden Aufsatze besprochene Dunkelheit zwischen dem ungebeugten Strahl und dem ersten Spectrum, so wie die Abhängigkeit der Spectra von der Summe der Breite einer Öffnung und der Dicke eines Fadens erklärt *Babinet* auf folgende Weise: Es seyen *FB*, *QA*, *KB*, *RN* (Fig. 12) die Drähte, welche das Gitter bilden, und *HL*, *PQ*, *AK*, *BR* die Öffnung desselben. Es sey ferner das Intervall *AB* so beschaffen, dafs für ein in *C* befindliches Auge die von *A* und *B* kommenden Strahlen um eine ganze Oscillation differiren, die Strahlen *SC*, *SA*, *SB* etc. fallen senkrecht auf das Gitter, und kommen von einem sehr weit entfernten Puncte her; ferner sind *AC* und *BC* nahe mit einander parallel, indem *AB* nur eine sehr kleine Gröfse, und *C* hinlänglich weit von dem Gitter entfernt ist. Man kann daher den Bogen *AG*, der von *C* aus mit dem Radius *CA* beschrieben ist, als gemeinschaftliches Loth für *AC* und *BC* ansehen, und $BG = BC - AC = \lambda$ als Differenz der Wege der Strahlen *SAC* und *SBC* ansehen. Ist *AB* durchaus für das Licht durchgängig, und man zieht durch den Halbirungspunct *I* von *AB* den Strahl *SIC*, so wird diese gegen *AC* um $\frac{1}{2}\lambda$ oder um eine halbe Oscillation hinter *AC* zurück seyn, und alle Strahlen,

welche zwischen A und I auffallen, werden durch die zwischen I und B kommenden aufgehoben werden, indem ihre Schwingungen da, wo sie sich begegnen, einander gerade entgegengesetzt sind. Es wird daher der Theil AB vollkommen lichtlos erscheinen. Ist aber der Theil KB undurchsiehtig und $IL = IK$, so werden die Strahlen, welche durch den Zwischenraum AK gehen, nicht mehr aufgehoben, weil jene, durch welche dieses geschehen könnte, durch den Schirm IB aufgehalten werden. Diese Strahlen gelangen nach C, und man bemerkt daselbst einen desto lebhafteren Eindruck, je näher AK dem AI oder $\frac{1}{2}AB$ gleich ist. Über I hinaus darf man AK nicht vergröfsern, und nicht etwa AL zum transparenten, und LB zum opaken Theil machen, weil in diesem Falle ein Theil der Strahlen durch die zwischen I und L einfallenden aufgehoben würde.

Was *Babinet* über die Berechnung des Ablenkungswinkels der gebeugten Strahlen sagt, kennen die Leser dieser Zeitschrift aus einem viel allgemeineren Gesichtspuncte (Bd. III. S. 443).

4. Über Licht und Schatten. Von *Reade*.

(Phil. mag. Feb 1829, p. 109.)

Reade theilt folgende Versuche über Licht und Schatten mit, die in seinen Augen wichtige Beziehungen auf unsere herrschenden Ansichten über die Natur des Lichtes haben:

1. Auf einem Tische, der gegen 10 Fufs von einem wohl beleuchteten Fenster entfernt war, wurde eine brennende Kerze mittelst eines hohen Leuchters aufgestellt, und ein weifses Blatt Papier in eine mit dem Tische parallele und zur Kerze senkrechte Lage zwischen dem Fenster und der Kerze angebracht, und endlich mittelst einer Papierrolle ein Schatten erzeugt. Befand sich

das Papier der Kerzenflamme möglichst nahe, und wurde auch die Schatten werfende Rolle dem Papier möglichst nahe gebracht, so erschien darauf ein doppelter Schatten. Einer davon, welcher der Kerze zunächst erschien, war lichtorange, der andere lichtblau. Wurde die Schatten werfende Rolle gegen das Fenster gehalten, so wurde der vorhin orange Schatte ganz schwarz, wurde hingegen die Rolle gegen die Kerze gehalten, und dadurch das Sonnenlicht aufgefangen, so schwärzte sich eben so der vorhin blaue Schatten. Es wurde demnach ohne Brechung Orange und Blau in Schwarz verwandelt, und umgekehrt.

2. Wurde das Papier hinter der Kerze angebracht, so war der Schatten, welchen das Kerzenlicht beleuchtete, orange, und jener, den das Sonnenlicht beschien, blau. Wurden beide dahin gebracht, dafs sie sich deckten, so erschien ein grüner Schatten. Den orangen Schatten konnte man auch gelb oder braun machen, man durfte ihn nur der Kerzenflamme nähern; eben so war man im Stande, den blauen Schatten in einen violetten oder indigoblauen zu verwandeln, indem man das Papier gehörig von der Flamme entfernte. Demnach kommen da alle Farben des Spectrums vor, mit Ausnahme der rothen, dafür erscheint eine in diesem Spectrum nicht vorhandene, die braune.

3. Der den Schatten werfende Körper wurde auf ein Blatt weifses Papier gestellt, welches einer von starkem reflectirten Sonnenlichte beschienenen Wand des Zimmers gegenüber befindlich war. Es erschienen zwei Schatten, ein gelber und ein purpurrother. Eine nahe an letzten gehaltene Kerzenflamme verwandelte ihn in roth, und erzeugte einen dritten Schatten von blauer Farbe. Um dieses Roth in Schwarz zu verwandeln, stellte sich der Beobachter zwischen das Papier und ein

Seitenfenster, um das Wolkenlicht abzuhalten, und um dem reflectirten Sonnenlichte den Zutritt zu gestatten, und als das Roth in Schwarz übergegangen war, wurde die Kerze entfernt.

Da nun hier ohne Brechung Schwarz in alle Farben des prismatischen Spectrums verwandelt worden ist, so glaubt der Verfasser annehmen zu müssen, Schwarz sey eben so gut eine besondere, dem Lichte angehörige Farbe, als Blau, Roth etc.

* * *

Alle diese Farbenerscheinungen gehören in die Reihe der subjectiven Farbenphänomene, und haben bei weitem nicht die große Wichtigkeit, die ihnen *Reade* beizulegen scheint. Sie lassen sich aus den allgemeinen Grundsätzen, nach welchen man farbige Schatten überhaupt erklärt, ohne Schwierigkeit ableiten.

Beim ersten Versuche wurde der Raum, in welchen das durch das Fenster eindringende Tageslicht nicht gelangen konnte, von dem gelben Kerzenlichte, und der vom Kerzenlichte unerreichbare Raum durch das blaue Himmelslicht beleuchtet, darum erschien letzterer Schatten blau, und ersterer mit der complementären Farbe gelb. Entfernte man den Schatten werfenden Körper von der Kerze, so konnte die durch die Kerzenflamme dem Schattenraume zu Theil werdende Erleuchtung in keine Betrachtung mehr kommen, und darum erschien dieser Schatten schwarz. Dasselbe erfolgte mit dem anderen Schatten, wenn man die Erleuchtung durch das Tageslicht durch die Helle der Kerzenflamme überwältigen liefs, welches durch die grofse Annäherung der Kerze an den Schattenraum erzielt wurde.

Auf dieselbe Weise erklären sich die farbigen Schatten beim zweiten und dritten Versuche, wo nämlich beide Schatten auf derselben Seite des undurchsichtigen Kör-

pers erscheinen; auch der Umstand, dafs durch Deckung beider farbiger Schatten Grün erzeugt wurde, wird den aufmerksamen Leser nicht befremden, denn es war ja jeder der zwei Schatten durch ein farbiges Licht erleuchtet, nämlich der eine durch das blaue Licht des Firmamentes, der andere durch das gelbe der Kerze, und dafs aus Blau und Gelb Grün wird, ist eine allenthalben bekannte Erscheinung.

5. Mittel, die Divergenz der zwei Strahlenbüschel im Doppelspath zu vergröfsern. Von *Nicol*.

(Edinb. phil. journ. N. 11, p. 83.)

Man schleife die spitzigen Kantenwinkel eines 1 Z. langen, $^3/_{10}$ Z. dicken und eben so breiten Kalkspathrhomboëders so zu, dafs jener, der 65° betrug, nun die Gröfse 68° hat, und polire die neuen Flächen, theile dann das Rhomboëder in zwei gleiche Theile durch einen Schnitt, welcher durch die spitzigen Kanten geht, und nahe die stumpfen Körperwinkel trifft, verbinde beide Theile mittelst Canadabalsam fest mit einander, so, dafs man dadurch ein Rhomboëder erhält, welches der natürlichen Gestalt des Doppelspathes ähnlich ist.

Fällt ein Lichtstrahl parallel mit einer Seitenkante auf das Rhomboëder, so wird er so stark in zwei Theile gespalten, dafs man nur den gewöhnlichen Strahl ins Auge, und ein farbenloses Bild bekommt, welches an seinem natürlichen Orte entsteht. Dreht man das Rhomboëder um eine mit der längeren Diagonale der Seitenflächen parallele Axe, so überzeugt man sich, dafs der gewöhnliche Strahl sogar über die Gröfse des ganzen Gesichtsfeldes hinausreicht. Da kommt ein blaues Bild zum Vorschein, wenn der gewöhnliche Strahl auf einer

Seite verschwindet, und ein oranges, von einer grofsen Anzahl sehr kleiner dunkelfarbiger Franzen begleitetes, wenn dieses auf der anderen Seite der Fall ist. Über die Franzen hinaus verschwindet das gewöhnliche Bild, und es kommt das ungewöhnliche zum Vorschein; doch dieses nimmt wegen der Schiefe des einfallenden Lichtes einen kleineren Raum ein, und erscheint minder deutlich als das gewöhnliche. Der gewöhnliche Strahl taugt in der Lage, wo er in einer mit einer Seitenkante parallelen Richtung das Rhomboëder verläfst, am besten zu Untersuchungen über denselben, und ein reiner Kalkspath, in die Form eines Rhomboëders von der vorhin beschriebenen Art gebracht, bringt die Farbenringe in krystallisirten Körpern mit einer Schönheit hervor, wie man sie durch Turmalinplättchen, und vielleicht durch kein anderes Mittel erzeugen kann.

Wem die Construction des oben beschriebenen Rhomboëders aus einem Stücke zu schwierig scheint, der kann sich das Geschäft dadurch erleichtern, dafs er aus zwei Rhomboëdern die zwei Hälften desselben bereitet, und sie mit einander verbindet. Dabei thut man gut, einen der zwei Theile etwas über den anderen vorläufig hervorstehen zu lassen, und dieses hervorstehende Stück erst dann wegzunehmen, wenn der Kitt vollkommen fest geworden ist.

6. Merkwürdige Fälle von Unempfindlichkeit der Augen für gewisse Farben.

(Journ. of sc. N. 19, p. 153.)

Ein junger Mann *(L.)* von etwa 20 Jahren, der Sohn eines ausgezeichneten Gelehrten in der Nähe von Edinburg, setzt eine grofse Menge von verschiedenen Farben in die Classe der blauen, und andere in die der braunen. Als blau von verschiedenen Abstufungen er-

schienen ihm: grün, blaſsblau, purpurroth, carminroth, blaſsnelkenroth, pfirsichblüthenroth, fliederroth, französisch weiſs. Als braun erschienen ihm: dunkelgrün, duckgrün, kochenillroth, ziegelroth, kastanienbraun. Von der Richtigkeit dieses überzeugte sich Dr. *Brewster* schon vor mehreren Jahren. Noch merkwürdiger aber sind folgende Erscheinungen: Es wurde mit einem gleichseitigen Flintglasprisma, welches durch eine schwache hohe Öffnung Licht erhielt, ein Farbenbild erzeugt, und man gewahrte darin wie in *Wollaston's* Spectrum vier Farben, nämlich roth, grün, blau und violett. *L.* fand darin aber nur zwei Farben, nämlich gelb und blau.

Wenn man alle diese Farben, bis auf roth und dunkelgrün, von einem röthlichen Glas absorbiren lieſs, sah *L.* nur eine Farbe, nämlich gelb.

Wenn der mittlere Theil der rothen Farbe absorbirt war, sah *L.* den dunkeln Raum von Gelb eingefaſst.

Ein anderes Individuum *M.* befand sich in einem ähnlichen Falle, nur kam einiges Besondere vor, das Aufmerksamkeit verdient. Sein Vermögen, Farben zu unterscheiden, wurde dadurch auf die Probe gestellt, daſs man polarisirtes Licht durch ein Glimmerplättchen leitete, und die dabei entstehenden Farben von ihm beurtheilen lieſs. Dabei zeigte sich Folgendes:

Farbe für ein gesundes Auge:	Farbe für *M's* Auge:
Lichtgrün.	Keine Farbe.
Schmutzig weiſs.	Dunkler, aber farbenlos.
Lichtnelkenroth.	Sehr blaſsblau.
Weiſs.	Gelb.
Schön grasgrün.	Gelb, aber mehr gesättiget.
Schwach grünlichblau.	Blau.
Purpurroth, sehr blaſs.	Blau.
Schön nelkenroth.	Gelb mit vielem Blau.

Farbe für ein gesundes Auge:	Farbe für *M's* Auge:
Schön gelb.	Gelb.
Gelblichgrün.	Gelb mit vielem Blau.
Blau, ins Indigoblaue übergehend.	Blau.
Roth, oder sehr blaſs nelkenroth.	Gelb.
Gelb.	Lichtgelb.
Weiſs.	Wenig gefärbt.
Dunkelpurpurroth.	Dunkelblau.
Schlecht orangeroth.	Gelb.
Weiſs.	Weiſs.
Sehr dunkelpurpurroth.	Dunkel.

Folgende Farben der ersten Spalte sind die complementären zu jenen, welche in der ersten Spalte vorangingen:

Für ein gesundes Auge:	Für *M's* Auge:
Blaſs nelkenroth.	Keine Farbe.
Dieselbe.	Keine Farbe, aber dunkler.
Schön grün, ins Blaue übergehend.	Sehr schwach blaſsblau.
Weiſs.	Blau.
Carminroth.	Blau.
Blaſs ziegelroth.	Gelb.
Schön grün.	Blau mit viel Gelb.
Purpurroth.	Schön blau.
Schön carminroth.	Blau mit viel Gelb.
Gelb, ins Orange übergehend.	Hellgelb.
Grünlichblau, fast wie Weiſs	Blau.
Blau, voll.	Schön blau.
Feuergelb.	Gelb.
Weiſs.	Weiſs, mit einem Stich ins Gelbe und Blaue.

Für ein gesundes Auge:	Für *M's* Auge:
Weiſs.	Weiſs mit Blau und Gelb.
Schmutzig olivengrün.	Dunkel.
Weiſs.	Weiſs.

Bei der Fortsetzung dieser Versuche wurde nicht mehr die Farbe dem *M.* zur Beurtheilung vorgelegt, sondern der Apparat von ihm so gestellt, daſs nach seiner Empfindung eine bestimmte Farbe hervorging. Da zeigte sich Folgendes;

Farbe für ein gesundes Auge:	Für *M's* Auge:
Blaſs nelkenroth.	Gelb.
Blaugrün.	Blau.
Gelb.	Gelb.
Weiſs.	Blau.
Blaſs ziegelroth.	Gelb.
Indigoblau.	Blau.
Gelb.	Gelb.

Die complementären zu jenen der ersten vorangehenden Spalte sind jene, welche hier in der ersten Spalte folgen:

Für ein gesundes Auge:	Für *M's* Auge:
Blaugrün.	Blau.
Blaſs nelkenroth.	Gelb.
Blau.	Blau.
Feuergelb.	Gelb.
Weiſs.	Blau.
Blaſsgelb.	Gelb.
Indigoblau.	Blau.

Aus diesem Verzeichnisse scheint zu folgen, daſs *M's* Auge bloſs für die Empfindung der blauen und gelben Farbe empfänglich sey, und daſs er mit diesen zwei Namen alle mehr oder weniger brechbaren Strahlen be-

zeichnet, so dafs alle Strahlen von dem geringeren Grade der Brechbarkeit in ihm die Empfindung von Gelb, alle von höherem Grade der Brechbarkeit die Empfindung von Blau erregen. Es soll auch Individuen geben, welche die für das gesunde Auge verschiedenen Farben nur durch gröfsere oder geringere Helligkeit unterscheiden können.

Bei näherer Untersuchung obiger Verzeichnisse findet man, dafs die Farbe, welche einem gesunden Auge weifs erscheint, in *M's* Auge die Empfindung folgender Farben hervorbringt: Gelb, schwach gefärbt, Weifs, Blau, Weifs mit Gelb und Blau, Weifs mit Blau und Gelb. Aus diesem leitet *Brewster* mehrere interessante Fragen ab, nämlich:

1. Welche Farbe entsteht für ein Individuum, das für gewisse Farbenunterschiede nicht empfänglich ist, aus der Vereinigung aller Farben des Spectrums?
2. Wenn die Vereinigung aller Farben des Spectrums Weifs gibt, wie kommt es, dafs für *M.* das Weifse ein Mal Gelb, ein anderes Mal Blau, und ein drittes Mal gar Weifs erschien?
3. Wenn für *M's* Auge das Product der Vereinigung aller Farben nicht Weifs, sondern eine Mischung aus Gelb und Blau ist, als derjenigen Farben, die er allein zu unterscheiden vermag, warum ist denn sein Weifs etwas anderes, als eine Mischung von Blau und Gelb?

Es afficiren ihn zwar alle Strahlen als Licht, und erregen die Empfindung des Sehens, und sein Unvermögen, einige Farben zu unterscheiden, hat nicht seinen Grund in einer Unempfindlichkeit der Netzhaut für Strahlen von gewisser Brechbarkeit, auch nicht in einem besonderen Pigmente, das Einige zur Erklärung solcher Phänomene annehmen, und wodurch gewisse Strahlen

gehindert werden, zur Retina zu gelangen, sondern in einem Fehler des Sensoriums, wodurch es unfähig ist, jene Differenzen der Lichtstrahlen wahrzunehmen, worin die Farbe besteht.

Wenn ein Auge gar keine Farbe zu unterscheiden vermag, so muſs ihm das prismatische Farbenbild an der Stelle des stärksten Gelb (wo überhaupt die gröſste Lichtintensität Statt hat) licht erscheinen, und von da an gegen beide Enden zu immer dunkler werden, gerade so wie es einem gesunden Auge erscheinen würde, wenn es mit Tusch schattirt wäre.

Könnte das Auge nur eine Farbe wahrnehmen, wie z. B. Gelb, so würde das Spectrum in der Mitte gelb erscheinen, und gegen beide Enden zu in Schatten übergehen. Beim schnellen Drehen müſste dieses Spectrum durchaus gelb erscheinen, während es im vorher erwähnten Falle weiſs ausfallen müſste.

Bestünde für irgend ein Auge das Spectrum nur aus zwei Farben, z. B. aus Gelb und Blau, so müſste aus deren Vereinigung Grün hervorgehen, allein für diese Farbe ist ja das Auge nicht empfänglich. Es ist uns unbegreiflich, wie dieses weiſs erscheinen kann. Die Netzhaut muſs an einigen Stellen von Blau, an anderen von Gelb afficirt werden, und es muſs dieselbe Empfindung daraus hervorgehen, als wenn man ein weiſses Object mit einem Auge durch ein blaues, mit dem anderen durch ein gelbes Glas besieht.

B. Meteorologie.

1. Wirkung des Mondes auf die Atmosphäre. Von *Flaugergues.*

(Bibl. univ. Avril 1829, *p.* 265.*)*

Im vierten Bande, S. 231 dieser Zeitschrift war von den Barometerbeobachtungen die Rede, welche *Flauger-*

gues zu Viviers 19 Jahre hindurch ununterbrochen angestellt hat, und aus denen er eine Einwirkung des Mondes auf unsere Atmosphäre zu erkennen glaubt. Derselbe Beobachter hat seine Arbeit nun wieder ein Jahr lang fortgesetzt, so daſs sie sich vom 19. October 1808 bis zum 18. October 1828 erstrecken. Alle waren mit demselben Instrumente angestellt, und es wurde keine Mühe gespart, um recht scharfe Resultate zu erhalten; ja, was bei derlei Beobachtungen sonst nicht zu geschehen pflegt, sogar das Observationszimmer wurde ganz verfinstert, und die Beobachtung bei Kerzenlicht gemacht, um von der Tageshelle keinen Einfluſs befürchten zu dürfen. Sein Barometer ward in der Zwischenzeit zwei Mal mit anderen Instrumenten von anerkannter Güte verglichen, und zwar mit einem Barometer von *Fortin*, das mit dem am königl. Observatorium zu Paris correspondirte, und Herrn *Gambart* gehörte, und mit einem anderen von *Lefranc*. Ersteres stand um $^1/_6$ Millim., letzteres um $^1/_4$ Millim. tiefer als das von *Flaugergues* gebrauchte, so, daſs man auch von dieser Seite keinen groſsen Fehler zu befürchten hat. Die Mittelwerthe der Barometerstände, welche sich aus den zur Zeit des wahren Mittags bei verschiedenem Stande und bei verschiedener Entfernung des Mondes von der Erde angestellten zwanzigjährigen Beobachtungen ergeben, sind folgende:

Mondesstand.	Zahl der Beobachtungen.	Mittlere Barometerh. in Millim.
Allgemeines Mittel	7281	755.46
Conjunction oder Neumond . . .	247	755.48
Erster Octavschein	248	755.44
Erste Quadratur	247	755.40
Tag vor dem zweiten Octavschein	248	755.01

Mondesstand.	Zahl der Beobachtungen.	Mittlere Barometerh. in Millim.
Zweiter Octavschein	247	754.79
Tag nach dem zweiten Octavschein	247	754.85
Opposition oder Vollmond . . .	246	755.30
Dritter Octavschein	246	755.69
Tag vor der zweiten Quadratur .	246	756.19
Zweite Quadratur	246	756.23
Tag nach der zweiten Quadratur .	247	755.87
Vierter Octavschein	247	755.50
Nördliches Lunistitium	271	755.75
Mond im Äquator	534	755.45
Südliches Lunistitium	272	755.48
Mond im Perigeum (mittlere Parallaxe 60′ 24″)	265	754.73
Horizontal-äquatorische Parallaxe		
60′	371	755.01
59′	529	755.30
58′	530	755.41
57′ (mittlere Distanz)	530	755.46
56′	529	755.50
55′	530	755.64
54′	354	755.75
Mond im Apogeum (mittlere Parallaxe 54′ 4″)	265	755.73

Aus dieser Tabelle ergibt sich, dafs das Quecksilber im Barometer während eines synodischen Mondesumlaufes vom zweiten Octavschein, wo es am tiefsten steht, bis zur zweiten Quadratur steigt, und von da bis zum zweiten Octavschein wieder abnimmt. Der Unterschied zwischen dem Maximum und Minimum ist 1.44 Mill.

Man kann das Minimum und Maximum der Barometerhöhe leicht durch Rechnung aus den drei Mittagsbeobachtungen finden, welche zur Zeit des Minimum und Maximum am vorhergehenden und am nachfolgen-

den Tage Statt finden. Man drücke zu diesem Ende den Barometerstand durch die Ordinaten einer parabolischen Curve, deren Abscissen den Beobachtungszeiten entsprechen, aus, differenzire diese Gleichung, setze ihr Differenzial = 0, und finde so die Zeit des Minimum oder Maximum. Wird diese dann in die Gleichung der Curve gesetzt, so erhält man den gesuchten Werth. So z. B. sind 755.01, 754.79, 754.85 Mill. die Barometerhöhen, welche am Tage vor dem zweiten Octavscheine, am Tage des Octavscheines, wo das Minimum eintritt, und am Tage darauf beobachtet worden sind. Zieht man von diesen zur Vereinfachung der Rechnung 754 ab, so bleiben 1.01, 0.79, 0.85. Die Gleichung, welche den Gang des Barometers ausdrückt, mag seyn

$$y = kx^2 + hx + g,$$

wo y den Barometerstand, x die Zeit zwischen den einzelnen Beobachtungen, also für gegenwärtige Zeit 0, 1, 2 bedeutet. Setzt man statt y und x obige Werthe, so erhält man:

$$1.01 = g, \quad 0.79 = k + h + g, \quad 0.85 = 4k + 2h + g,$$

mithin

$h = -36$, $k = 14$, und daher $y = 14x^2 - 36x + 1.01$,

welche Gleichung $\frac{dy}{dx} = 28x - 36$, und daher für das Minimum $28x = 36$ oder $x = \frac{9}{7}$ gibt. Wird dieser Werth in obige Gleichung gesetzt, so bekommt man $y = 0.78$, und daher das Minimum des Barometerstandes 754.78 Mill. Auf dieselbe Weise findet man das Maximum gleich 756.26 Mill. Demnach beträgt der Unterschied zwischen diesen beiden Gröfsen 1.48 Mill.

Flaugergues sieht, seinen Beobachtungen gemäfs, das Daseyn einer atmosphärischen Ebbe und Fluth, die von der anziehenden Kraft des Mondes abhängt, als be-

wiesen an, doch hebt er die Unterschiede deutlich hervor, welche zwischen diesen zwei Fluthen Statt finden. Die Meeresfluth tritt während eines Mondestages zwei Mal, die Luftfluth aber nur ein Mal ein. Die Wirkung des Mondes auf die Atmosphäre ist am gröſsten, wenn der Mond eine südliche Breite hat, und übertrifft die bei der gröſsten nördlichen Breite des Mondes Statt findende um 0.27 Mill. Auch die Entfernung des Mondes von der Erde modificirt seine Wirkung auf die Atmosphäre, doch ändert sich diese Wirkung nicht nach dem cubischen Verhältnisse der Parallaxe, wie es das Gravitationsgesetz fordert, woran wahrscheinlich die zufälligen Veränderungen des Luftdruckes Schuld sind, die wegen der zu geringen Anzahl der Beobachtungen noch auf die erhaltenen Resultate einen Einfluſs ausüben. Dieses ist aber nicht mit den durch diese Beobachtungen erhaltenen Mittelresultaten der Fall, für welche die Anzahl der Beobachtungen groſs genug ist, so daſs die beobachteten Veränderungen nur vom Mondesstande abhängen.

Flaugergues hat auch einige Barometerbeobachtungen angestellt, um den Gang der täglichen regelmäſsigen Schwankungen der Atmosphäre zu erkennen. Er hat zu diesem Ende ein Barometer über ein Jahr um 3, 4 und 5 Uhr früh beobachtet, und sich die Überzeugung verschafft, daſs das Minimum des Morgens in den langen Sommertagen, um das Sommersolstitium herum, oft um 3 U., öfter aber um 3 1/2 U. oder um 4 U. eintrete, in kurzen Wintertagen in der Nähe des Wintersolstitiums hingegen meistens um 4 1/2 U. oder um 4 U., den ganzen Rest des Jahres hindurch aber um 4 U. Von 4 U. früh steigt zu Viviers das Barometer, 977tägigen Beobachtungen gemäſs, bis 9 U. früh um 0.524 Mill., und fällt dann von 9 U. bis 3 U. Abends um 1.129 Mill. *Flauger-*

gues sucht mittelst einer ähnlichen Formel, wie die vorhin zum Behufe der Gröfse der Max. und Min., welche vom Mondesstande abhängen, gebrauchte, die stündlichen Veränderungen des Barometers, und findet so die stündliche Variation, wie folgt:

Stunde.	Stündliche Variation.	Stunde.	Stündliche Variation.
4 U. früh.	0.605 Mill.	10 U. früh.	1.074 Mill.
5 » »	0.816 »	11 » »	0.966 »
6 » »	0.988 »	Mittag.	0.804 »
7 » »	1.079 »	1 U. n. M.	0.589 »
8 » »	1.131 »	2 » »	0.321 »
9 » »	1.129 »	3 » »	0.000 »

Wer indefs die schöne Arbeit *Carlini's* über diesen Gegenstand kennt (Zeitschr. V. Bd., S. 468), aus der hervorgeht, dafs die täglichen Oscillationen des Barometers der Erfolg einer zweifachen, nämlich einer physischen und einer dynamischen Wirkung der Sonne seyen, und dafs vermög ersterer eine 24stündige, vermög letzterer aber eine 12stündige Periode in den Oscillationen des Luftdruckes eintritt, der wird wohl einsehen, dafs es nicht angeht, diese Oscillationen durch die Gleichung einer parabolischen Curve auszudrücken, und daher den zuletzt angeführten Resultaten nicht volles Zutrauen schenken.

2. Über ein zu Plymouth beobachtetes Lichtphänomen. Von *Harvey*.

(Journ. of sc. N. 19, p. 146.)

Am 29. September 1828 sah man zu Plymouth um 6 U. 10 M. n. M. an der W. S. W. Seite des Himmels

eine weifse Lichtsäule, die etwa 20° über dem Horizont stand, 20° lang und über 1° breit war; sie gewährte zwar einen ungewöhnlichen Anblick, doch war sie nicht ausgezeichnet bemerkenswerth. Nach Verlauf von 5 M. nahm ihre Gröfse ungewöhnlich zu, sie erschien mit ungewöhnlichem Glanze zwischen *α Lyrae* und *α Aquilae*, schnitt den Äquator 10° südlich von *α Cygni*, und gewann eine doppelt so grofse Breite, als sie anfangs hatte. Von einem höheren Standpuncte aus gesehen, schien dieses Phänomen um 8 U. 27 M. sich quer über das ganze Firmament zu erstrecken, und zwischen β und γ *Andromedae* durchzugehen, die Plejaden zu decken, und an der Ostseite gegen den Horizont sich zu neigen. Während dieser Veränderung nahm das westliche Stück des Bogens an Länge zu, senkte sich bis 10° gegen den Horizont, wo es durch Wolken verdunkelt wurde, beugte sich gegen Norden, und deckte β *Ophiuchi*. Da stellte sich das Phänomen als prächtiger, silberweifser, über 4° breiter, vollkommen begrenzter Lichtbogen dar, dessen Richtung, abgesehen von der Ausbeugung, nahe mit der Ebene der Neigungsnadel übereinstimmte, am westlichen Ende am hellsten war, so dafs seine Lichtstärke gegen Osten hin successiv abnahm. Sein Licht war ganz ruhig, nicht schimmernd, nur um 8 U. 40 M. zeigte sich ein schwacher Schimmer um die Plejaden, und der daselbst sichtbare Lichtbogen schien sich in undeutliche Lichtschichten in der Richtung von Nord gegen Süd aufzulösen. Nach und nach verlor sich dieser Glanz ganz, und um 9½ U. war der ganze Himmel mit Dunst erfüllt, und keine Spur von einer Lichterscheinung mehr zu sehen. Während dieser ganzen Dauer dieses Phänomens erschien die Milchstrafse auffallend hell.

3. Merkwürdige Bildung der Wolken. Von *Harvey*.

(Journ. of sc. N. 19, p. 33.)

Im October 1828 sah man zu Plymouth an einem Tage, der den warmen und heiteren Junitagen nicht nachstand, an der Südseite des magnetischen Meridians sehr zart und schön gebildete *Cirro-cumuli*. Sie divergirten bald nach mehreren Richtungen, erreichten zuletzt in gleichförmiger Anhäufung den Nordpol des Meridians, und gewährten einen Anblick wie die auf einem Globus gezogenen Meridiane. Die Streifen, welche durch das Zenith gingen, und deren Axe mit dem magnetischen Meridiane nahe zusammenfiel, zeichneten sich besonders durch ihre regelmäſsige Bildung und symmetrische Anordnung der kleinsten Wölkchen aus. Nach und nach nahm die Breite der einzelnen Streifen ab, und sie endeten in einer Höhe von 14° — 15° über dem Horizont, und dabei schienen die unteren derselben in *Cirro-stratus* übergegangen zu seyn.

Dieses Schauspiel dauerte den ganzen Nachmittag hindurch, und nahm um 6 ½ Uhr Abends, wo die Sterne zugleich sichtbar wurden, ein besonderes interessantes Aussehen an. Um 7 Uhr begannen Dünste aufzusteigen, und vor 8 Uhr war der ganze Himmel in Dunst gehüllt. Dabei herrschte ein Wind aus OSO.

4. Beitrag zur Lösung der Frage, ob die Regenmenge im Steigen begriffen sey.

(Bibl. Ital. Dec. 1828.)

In keinem Lande Europas wird auf das Wasser, seine Beschaffenheit und Menge, ein sorgfältigeres Augenmerk gerichtet, als in Oberitalien. In unzählige Canäle vertheilt, durch zahlreiche Wasserwerke unterstützt, ist

es der wirksamste, unentbehrlichste Hebel aller Production geworden. Kein Wunder also, wenn die heftigen Regengüsse, die wiederholten, furchtbaren Überschwemmungen der neuern Zeit, die Bergstürze, die das Alpengelände häufig verwüsteten, wie auch die Betrachtung, dafs die wachsende Verödung der Bergwaldungen nicht ohne schädliche Folgen bleiben könnte, dafs hiedurch nothwendig die naturgemäfse Vertheilung des verdunstenden Wassers gehemmt, und hingegen zwar seltener, aber desto heftigere und anhaltendere Regengüsse erzeugt werden müfsten, zur Annahme veranlafsten, die jährliche Regenmenge sey (während der letzten Decennien), wenigstens auf der Südseite der Alpen, in stäter Zunahme begriffen.

Diese Behauptung stellte schon in den 80ger Jahren Chiminello (*Memorie dell' Accademia di Siena, Tomo VI.*) auf, und sie fand viele Jahre hierauf in dem berühmten Astronomen *Cesaris* (Mailänder Ephemeriden für 1816, und ausführlicher in den *Memorie della Società italiana*, Band 18, Heft 1.) einen warmen Vertheidiger. Er gründete seine Meinung auf die meteorologischen Beobachtungen des Mailänder Observatoriums, die in einer, unterbrochenen Reihenfolge von 1763 bis 1817 gehen, und für die ersten 27 Jahre (von 1763 — 1790) im Mittel eine jährliche Regenmenge von 33′ 6″, und für die zweiten 27 Jahre (von 1790 — 1817) von 37′ 2″ geben. Gegen diesen Schlufs machte *Arago* (*Annuaire de Paris, pour 1825, pag. 154*) die gerechte Einwendung, dafs, ehe man ihn zulassen könne, erst bewiesen werden müfste, dafs eine Periode von 27 Jahren hinreiche, ein von allen zufälligen Modificationen freies Resultat zu geben. Ein Einwurf, der um so gegründeter erscheint, wenn man bedenkt, dafs (nach der beigefügten Tafel) die Regenmengen der einzelnen Jahre, aus denen man obige

Mittelwerthe berechnete, in den ersten 27 Jahren von 26'' bis auf 47'',5, und in den zweiten 27 Jahren von 24'',7 bis auf 58'',9 variiren.

1828 hat *Joseph Castellani* (ehemaliger Inspector erster Classe des k. sardinischen Geniecorps, in seinem Werke: *Observations sur le révenu, che les gouvernements peuvent tirer, en dirigeant le cours des eaux etc. etc.*, Turin 1828, 23 Seiten) von neuem diese Annahme vertheidigt, und vorzüglich die im Eingange dieses Aufsatzes erwähnten Gründe haben ihn bestimmt, eine Zunahme der Regenmenge zu behaupten, und der Entholzung der Gebirge zuzuschreiben. Dieses Werkchen *Castellani's* hat nun die Harausgeber der *Biblioteca Italiana* (unter denen *Carlini* das mathematische und physikalische Fach besorgt) veranlafst, die Beobachtungen der letzten 11 Jahre (von 1817 — 1828) mit denen der vergangenen 54 zu vergleichen, und durch die strengsten Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung die Statthaftigkeit jener Annahme, und die muthmafsliche Gröfse dieser Zunahme der Regenmenge auszumitteln. — Diese schöne Anwendung des Calculs auf die meteorologischen Erscheinungen, und die Wichtigkeit der Frage, welche Veränderungen die Menschenhände in dem Clima eines Landes hervorzubringen vermögen, scheinen wohl auch die gegenwärtige Bearbeitung zu rechtfertigen. Zuerst wollen wir, als Basis der Berechnung, die Tafel der jährlichen Regenmengen, wie sie von 1764 — 1828 am Observatorium in Mailand beobachtet wurden, beifügen:

Jahre	Regenmenge.	Jahre	Regenmenge.	Jahre	Regenmenge.
1764	34″, 7‴,32	1786	39″, 8‴,66	1808	27″, 1‴,12
1765	47″, 6‴,13	1787	32″, 9‴,71	1809	37″, 6‴,63
1766	32″, 2‴,12	1788	40″, 7‴,00	1810	49″, 7‴,97
1767	33″, 11‴,60	1789	27″, 10‴,43	1811	33″, 5‴,33
1768	33″, 0‴,41	1790	28″, 2‴,23	1812	39″, 5‴,13
1769	33″, 2‴,75	1791	39″, 11‴,76	1813	43″, 10‴,51
1770	30″, 9‴,40	1792	29″, 11‴,95	1814	58″, 11‴,58
1771	25″, 11‴,52	1793	39″, 11‴,65	1815	36″, 5‴,54
1772	40″, 5‴,76	1794	33″, 9‴,57	1816	32″, 11‴,67
1773	35″, 6‴,03	1795	40″, 6‴,85	1817	24″, 8‴,48
1774	28″, 8‴,96	1796	38″, 5‴,64	1818	35″, 8‴,45
1775	26″, 9‴,94	1797	39″, 3‴,37	1819	40″, 3‴,23
1776	33″, 2‴,95	1798	35″, 10‴,74	1820	35″, 4‴,94
1777	38″, 6‴,89	1799	34″, 4‴,63	1821	42″, 3‴,72
1778	30″, 5‴,06	1800	32″, 0‴,01	1822	32″, 5‴,19
1779	29″, 1‴,05	1801	44″, 2‴,32	1823	39″, 9″,85
1780	32″, 4‴,70	1802	31″, 10‴,28	1824	36″, 3‴,76
1781	34″, 4‴,10	1803	29″, 3‴,00	1825	30″, 5‴,76
1782	28″, 0‴,17	1804	41″, 8‴,30	1826	47″, 6‴,63
1783	38″, 0‴,65	1805	30″, 11‴,02	1827	41″, 1‴,64
1784	33″, 7‴,32	1806	41″, 9‴,10	1828	25″, 8‴,22
1785	33″, 9‴,83	1807	36″, 4‴,16		

Die gröfste Regenmenge war 1814, sie erreichte beinahe 59′, die kleinste war 1817 von weniger als 29′; die Menge steigt und fällt sprungweise ohne irgend ein ausgesprochenes Gesetz. Wir wollen nun untersuchen, ob nicht ungeachtet dieser Variationen ein Streben zu einer fortschreitenden Vermehrung oder Verminderung bemerkbar werde. — In der Voraussetzung, dafs die fortschreitende Vermehrung $= 0$ sey, so wäre die *wahrscheinliche* Regenmenge was immer für eines Jahres gleich dem arithmetischen Mittel aller obigen Regenmengen,

also 35′, 7″,43, und die Differenz zwischen diesem und dem wirklichen Werthe käme auf die Rechnung zufällig eingeschrittener Ursachen. Die Summe der Quadrate dieser Differenzen gäbe den Maſsstab der Wahrscheinlichkeit dieser Hypothese. Man findet diese Summe = 366954.

Geht man aber von der Voraussetzung aus, daſs die Regenmenge in stäter Zunahme begriffen sey, deren jährliche Gröſse wir b nennen wollen, so muſs man zur Bestimmung dieser Gröſse eben so viele Gleichungen von der Form $p = a + bn$ bilden, als Jahre der Beobachtung vorliegen (also 65), wo a eine beständige Gröſse, n die Anzahl der von einer bestimmten Epoche, z. B. vom Jahre 1800 aus, vor- und rückwärts gezählten Jahre, und p die entsprechende beobachtete Regenmenge bezeichnet.

Man hat also die Gleichungen:

$$a - 36 \,.\, b = 34'',\ 7'''.32,$$
$$a - 35 \,.\, b = 47'',\ 6'''.13,$$
$$\cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot$$
$$a + 27 \,.\, b = 41'',\ 1'''.64,$$
$$a + 28 \,.\, b = 25'',\ 8'''.22.$$

Da die Anzahl der Gleichungen gröſser ist als die der Unbekannten, so muſs man die Methode der kleinsten Quadrate anwenden.

Nun ist die Summe der arithmetischen Reihe

$$-36 - 35 - \ldots + 27 + 28 = \frac{-8.65}{2} = -260,$$

und die Summe der Reihe der Quadrate

$$(-36)^2 + (-35)^2 + \ldots + (27)^2 + (28)^2 =$$
$$= \tfrac{1}{6}\, 36 \,.\, 37 \,.\, 73 + \tfrac{1}{6}\, 28 \,.\, 29 \,.\, 57 = 23920,$$

daher findet man nach Reduction der Zolle auf Linien die beiden Gleichungen

$$65\,a - 260\,.\,b = 27782''' \,78$$
$$-260\,a + 23960\,.\,b = -89305''' \,03 \quad \text{oder}$$
$$a - 4\,.\,b = 427''' \,43$$
$$a - 92\,.\,b = 343''' \,48,$$

daher $a = 431''' \,25$, $b = 0{,}954$, folglich betrüge die jährliche Zunahme der Regenmenge etwas weniger als eine Linie.

Um den Grad der Wahrscheinlichkeit dieser zweiten Hypothese zu beurtheilen, berechnen wir für jedes Jahr die Gröſse p nach der Formel

$$p = 431''' \,25 + n\,.\,0{,}954,$$

und vergleichen sie mit dem aus den Beobachtungen gefundenen Werthe dieser Gröſse; die Differenz beider stellt die aus zufälligen Ursachen entstandenen Störungen dar. — Die Summe der Quadrate dieser Differenzen gibt das Maſs der gesuchten Wahrscheinlichkeit.

Nach der ersten Hypothese war die Summe der Quadrate der Differenzen zwischen den berechneten und den beobachteten Gröſsen 366954, nach der letztern bloſs 346076, daher die Annahme einer allmäligen Zunahme der Regenmenge mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat, als die Meinung jener, die einen an kein ähnliches Gesetz gebundenen Wechsel dieser Menge behaupten. Jedoch ist das Übergewicht so klein, daſs man bis jetzt *Arago's* Einwurf für unwiderlegt halten, und einen gröſsern Zeitraum ausharren muſs, ehe man über diese Materie etwas Sicheres aufzustellen wagen darf. Vielleicht wird sich *Toaldo's* Ansicht bestätigen, der (schon 1772) eine periodische Wiederkehr von Regenjahren darzuthun versuchte.

C. Allgemeine Physik.

1. Über die Spannkraft der Wasserdünste. Von R. Tregaskis.

(*Journ. of sc. N.* 19, *p.* 68.)

Tregaskis will durch Vergleichung mehrerer Experimentaluntersuchungen über die Spannkraft der Wasserdünste gefunden haben, daſs die Spannkraft, welche derselbe bei einer bestimmten Temperatur besitzt, verdoppelt wird, wenn man diese Temperatur, vom Eispuncte an gerechnet, um $\frac{1}{5} = 0.2$ vermehrt. Da bei der Siedhitze des Wassers die Expansivkraft der Dünste 30 engl. Z. beträgt, und das *Fahrenh.* Thermometer auf 212° oder 180° über dem Eispunct steht, so bekommt man für die Temperaturen über dem Eispunct

$180 \times 1.2 = 216$ die Spannkraft $30 \times 2 = 60$,
$216 \times 1.2 = 259.2$ » » $60 \times 2 = 120$,
$259 \times 1.2 = 311.04$ » » $120 \times 2 = 240$,

oder für die nach *Fahrenheit's* Scale angegebenen Temperaturen

$216 + 32 = 248°$ die Spannkräfte 60 Z.
$259.2 + 32 = 291°.2$ » » 120 »
$311.04 + 32 = 343°.04$ » » 240 »

Dieser Regel gemäſs erhält man folgende Tafel der Expansivkräfte:

Temperatur vom Eispuncte an.	Zugabe, um die Spannkraft zu verdoppeln.	*Fahrenheit*-sche Grade.	Spannkraft in Zollen.	Atmosphäre.
150°	30°	182°	15	1/2
180	36	212	30	1
216	43	248	60	2
259.2	52	291.2	120	4
311.04	62	343.04	240	8

Temperatur vom Fispuncte an.	Zugabe, um die Spannkraft zu verdoppeln.	*Fahrenheit*'sche Grade.	Spannkraft in Zollen.	Atmosphäre.
373.248	74°	405.248	480	16
447.897	90	479.897	960	32
537.477	107	569.477	1920	64
644.972	129	676.972	3840	128
773.967	155	805.967	7680	256
928.760	186	960.760	15360	512
1114.512	—	1146.512	30720	1024

Zur Vergleichung dieser Resultate mit den durch directe Versuche gefundenen führt der Verfasser nur weniges an, das hier zusammengestellt folgt:

Temperatur.	Spannkraft.	Beobachtet von
182°	15.86	*Dalton.*
248.5	60.40	*Ure.*
290	120.15	*Ure.*
293	120	*Southern.*
343.6	240	*Southern.*

Durch Vergleichung dieser Resultate mit den nach der vorhergehenden Regel gefundenen kann man wohl die Überzeugung gewinnen, daſs man auf diesem Wege ein erträglich richtiges Resultat erhält, und demnach die Regel für den Practiker bei hohen Temperaturen von Nutzen seyn kann, wenn man auch nicht erwarten darf, daſs sich die Spannkräfte dadurch genau angeben lassen.

Zur leichtern Berechnung fügt der Verfasser noch die Formel bei, nach welcher dieser Regel gemäſs die Rechnung logarithmisch vorzunehmen wäre.

Allein diese Formel ist unrichtig, wovon man sich sowohl dadurch überzeugen kann, daſs man einzelne

Resultate darnach berechnet, und sie mit denen in der vorhergehenden Tabelle enthaltenen vergleicht, oder dadurch, dafs man die Deduction einer solchen Formel nach obiger Regel selbst vornimmt. Heifst nämlich t die Temperatur nach *Fahrenheit's* Scale, für welche die Spannkraft der Dünste berechnet werden soll, mithin $t - 32 = \tau$ die Temperatur über dem Eispuncte, E die gesuchte Spannkraft; so hat man obiger Regel gemäfs

$$180 \times 1.2^n = \tau,$$
$$30 \times 2^n = E,$$

und hieraus

$$n = \frac{\log.\tau - \log.180}{\log.1.2}, \quad n = \frac{\log.E - \log.30}{\log.2},$$

mithin

$$(\log.\tau - \log.180)\frac{\log.2}{\log.1.2} = \log.E - \log.30$$

und

$$\log.E = 3.802\,(\log.\tau - \log.180) + \log.30;$$

weil aber

$$3.802 \times \log.180 = 8.57454 \quad \text{und} \quad \log.30 = 1.47712$$

ist, so erhält man

$$\log.E = 3.802\,\log.\tau - 7.09742.$$

Tregaskis Formel heifst

$$\log.E = 3.802\,\log.t,$$

wo die Temperatur der Dünste E ihre Spannkraft in der Voraussetzung ist, dafs man die bei der Siedhitze des Wassers herrschende als Einheit annimmt.

2. Über die Krümmung der Wasserwagen. Von *Nixon.*

(Phil. Mag. March. 1829, p. 175.)

Nixon erhielt schon vor mehreren Jahren von *Dollond* ungefafste Wasserwagen von 6 Zoll Länge und $1/_2$ Z. im Durchmesser. Die Blasen bewegten sich bei einer

Änderung der Neigung von 1 Secunde um $^1/_{40}$ Z. Diese Wasserwagen benützte er, um sich von den Umständen zu überzeugen, unter welchen sich ihre Krümmung ändert. Bevor aber die zu diesem Ende angestellten Versuche erzählt werden, ist es nothwendig, vorauszuschicken, wie der Werth der Scale einer Wasserwage nach *Nixon* bestimmt werden kann. Dieses geschieht auf folgende Weise:

Man schneide von steifem Papier einen rechtwinkeligen Streifen von gehöriger Länge und $^1/_4$ Z. Breite ab, und drücke ihn an die mit haltbarem Kleister versehene Glasröhre so an, dafs eine Kante desselben genau in die Ebene fällt, welche durch die Axe der Wasserwage und die Blase geht. Ist der Kleister getrocknet, so theile man das Papier in gleiche, aber sehr kleine Theile, und versehe sie mit Ziffern. Diese Wasserwage wird nun zu einem Theodolith gebraucht, und der Werth jeder Abtheilung ihrer bisher willkürlichen Scale gesucht. Zu diesem Ende wird das Fernrohr so gestellt, dafs dessen optische Axe auf der Wasserwage senkrecht steht, der Nonius des verticalen Kreises auf den Nullpunct desselben einspielt, und es sich gerade über zwei Schrauben des Fufsgestelles befindet. In dieser Stelle befestige man die Klemmung des horizontalen Kreises, bewege mittelst dieser Schrauben die Blase der Wasserwage bis zum Nullpunct ihrer Scale, und merke sich den Stand beider Enden. Hierauf treibe man die Blase mit der Tangentialschraube des verticalen Kreises gegen das andere Ende der Scale, und merke sich den Stand seiner beiden Endpuncte wieder. Die halbe Differenz aus der Summe der Zahlen, welche die Endpuncte der Blase in jeder Stellung bezeichnen, gibt nun offenbar den von der Blase zurückgelegten Raum an, und dieser mifst im Bogen den Winkel, um den das Fernrohr geneigt wurde.

Wird diese Messung öfters wiederholt, und aus allen Resultaten der Mittelwerth genommen, so erhält man den Werth einer Abtheilung der Scale mit großser Genauigkeit. Auf ähnliche Weise, nur mit dem Unterschiede, daſs sich *Nixon* eines Horizontalsectors statt eines Theodoliths bediente, wurde die Krümmung einer Wasserwage ausgemittelt, und mit einer anderen unter verschiedenen Umständen befindlichen verglichen. Bei allen diesen Versuchen war die Axe der zu vergleichenden Libelle mit der am Sector parallel; die Blase wurde, weil eine ungleichförmige Krümmung zu besorgen war, nicht bis ans Ende der Röhre getrieben. Jedes Resultat ist ein Mittel aus drei oder vier Versuchen, bei deren jedem ein Winkel von 100″ gemessen wurde.

1. Zwei Yförmige Träger, von einem 0.1 Z. dicken Mahagonybret geschnitten, wurden auf der oberen Fläche einer unbiegsamen Eichenstange befestigt, und auf den Cylinder des Sectors gelegt. In jene Träger kam die Wasserwage ohne Fassung zu liegen, so, daſs jedes Ende derselben über die Träger um $^1/_3$ ihrer Länge hervorragte. Der von der Blase dieser Röhre zurückgelegte Raum wurde mit dem verglichen, durch welchen sich unter denselben Umständen die Blase des Sectors bewegte. Da zeigte sich der Werth einer Abtheilung ihrer Scale (von $^1/_{40}$ Z. Länge) gleich 1″.480.

2. Die Träger wurden mit Leim überstrichen, die Libelle darauf gestellt, so daſs sie genau die vorhergehende Lage wieder hatte, und das Trocknen des Leimes ohne vorläufigen Druck abgewartet. Da betrug der Werth jeder Theilung der Scale 1″.683.

3. Als die Libellen an den metallenen Arm des Sectors auf gleiche Weise befestiget wurden, betrug jede Theilung der Scale 1″.854.

4. Die Libellen wurden an eine Mahagonystange ge-

leimt, die 8 Z. lang war, und 1 Quadratzoll im Durchschnitte hatte, auf dem Cylinder des Sectors befestiget, und nach Verlauf von ein Paar Tagen der Werth der Scale untersucht, und jeder Theil derselben 1''.854 gefunden. Am folgenden Tage gab ein wiederholter Versuch 1''.853.

5. Die Glasröhre wurde nun in Stahl gefaſst, und der Fassung gerade so viel Dicke gelassen, um die Libelle in ihrer Position zu erhalten. Der Werth eines Theiles der Scale betrug 1''.684.

6. Die Röhre wurde in ihrer Fassung lose gemacht, und nur an den Enden mit Baumwolle befestiget. Eine Abtheilung der Scale betrug 1''.915.

7. Die Glasröhre wurde auf die Mahagonyträger gebracht, so daſs ein Ende derselben um 2 Z., am anderen kaum um 1/2 Z. über die Träger herausragte. Werth einer Abtheilung 1''.615.

8. Die Träger wurden weiter von einander entfernt, so daſs die Röhre um 1/4 Z. zu jeder Seite derselben hervorstand. Da betrug der Werth einer Abtheilung der Scale 1''.703.

Wiewohl aus allen diesen Versuchen die Ursache der Änderung in der Krümmung der Libellen nicht klar hervorgeht, so beweisen sie doch, daſs die Libellen durch die Fassung an Empfindlichkeit verlieren, und daſs man die Richtigkeit der Angabe des Werthes jeder Scale, wie er von Künstlern angegeben wird, erst durch genaue Versuche ausmitteln müsse.

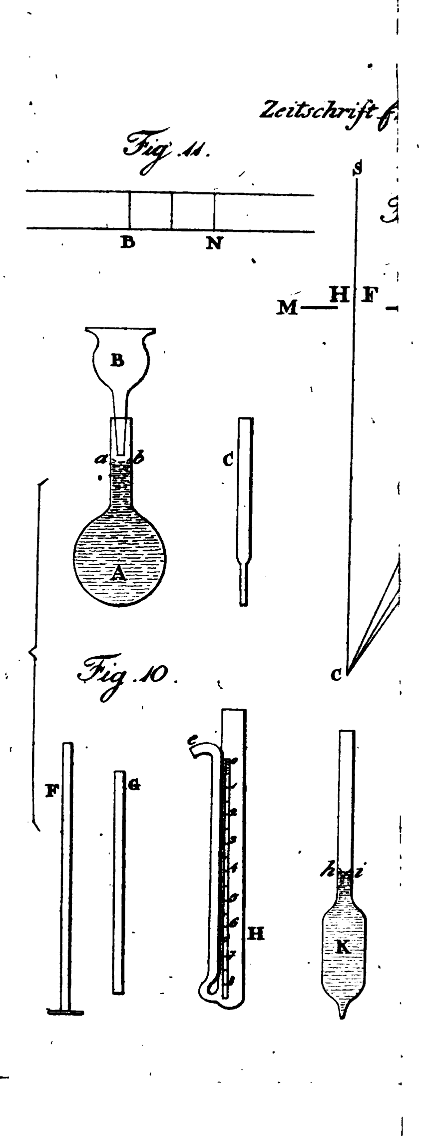
3. Das Innere der Erde. Von *Leslie.*

(Phil. journ. N. 11, p. 84.)

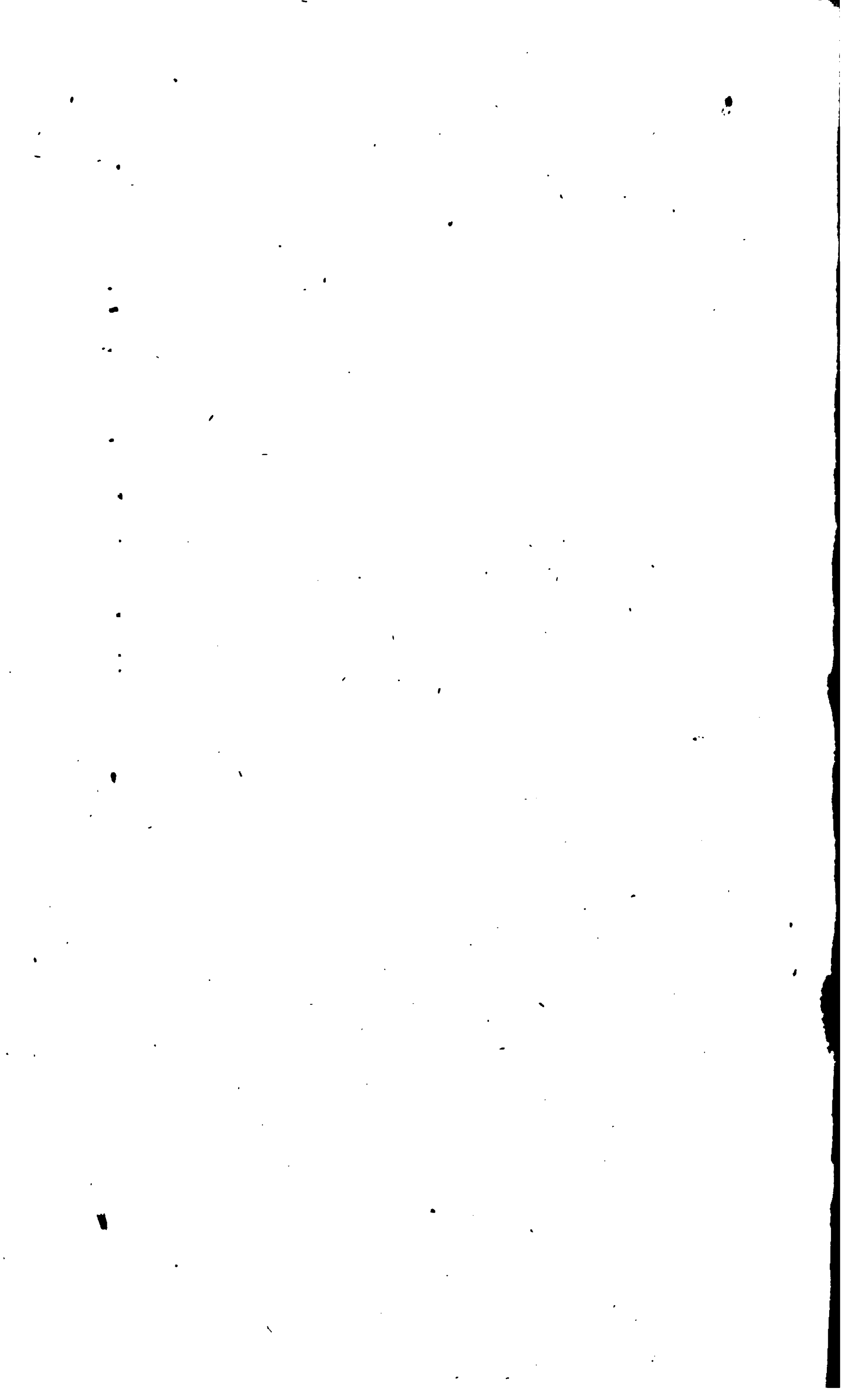
Leslie sucht durch Anwendung des Gravitationsgesetzes und der Zusammendrückbarkeit der Stoffe auf die Bestandtheile unserer Erde zu beweisen, daſs letztere

im Inneren hohl sey, und das intensivste Licht enthalte. Seine Schlufsweise besteht in Folgendem:

Alle Körper sind zusammendrückbar, und werden wegen der nach dem Innern der Erde immer zunehmenden Schwere immer dichter, je näher sie dem Mittelpuncte der Erde kommen. Luft hat schon in der Tiefe von 163 $^1/_4$ engl. Meilen, Wasser in der Tiefe von 362 $^1/_2$ Meilen die Dichte des Quecksilbers, ja selbst Marmor erscheint in der Tiefe von 267 $^2/_3$ M. doppelt so dicht als an der Erdoberfläche. In der Tiefe von 395 $^3/_5$ M., welche kaum $^1/_{10}$ des Erdhalbmessers beträgt, wäre die Luft schon 101960 Billionen Mal, Wasser 4.3492 Mal, und Marmor 3.8095 Mal dichter als diese Stoffe an der Erdoberfläche erscheinen. Im Mittelpuncte der Erde erscheint Marmor 119 Mal, Wasser 3009000 Mal, und die Luft so stark verdichtet, dafs sich ihre Dichte nur durch 169 Ziffer ausdrücken läfst, wovon die drei links stehenden 764 sind. Da nun die Erde nur fünf Mal dichter als Wasser erscheint, so mufs sie im Innern gröfstentheils hohl seyn. Weil aber an einen leeren Raum nicht zu denken ist, so kann ihr Inneres nur von einer Masse erfüllt seyn, deren Elasticität ungeheuer grofs ist. Als solche gilt das Licht, das 640 Billionen Mal elastischer ist als die Luft, und daher durch seine abstofsende Kraft der comprimirenden Kraft im Innern der Erde entgegenwirken kann. Doch mufs auch dieses sehr concentrirt seyn, und demnach im inneren Raume der Erde blendende Lichtfülle herrschen.



Zeitschrift f
Fig. 11.
B
N
S
M
H
F
B
a
b
C
A
C
Fig. 10.
e
F
G
H
h
i
K



ZEITSCHRIFT
FÜR
PHYSIK UND MATHEMATIK.

I.

Über die Kraft der Wasserdämpfe;

von

Joseph Schitko,

k. k. Bergrath und Professor an der Bergacademie zu Schemnitz.

Die Dampfmaschinen haben seit ihrem Ursprunge in der Anwendung sehr bedeutende Fortschritte gemacht. Allein in der Theorie der Mechanik erscheinen sie noch immer nicht zureichend begründet. Noch immer ist das Gesetz, nach welchem sich die Kraft der Wasserdämpfe richtet, ungewiſs. Zwar fehlt es nicht an Versuchen und Formeln, die zu dieser Bestimmung dienen sollen; allein die Ergebnisse dieser Versuche weichen besonders bei Dämpfen von höherer Spannung so bedeutend von einander ab, daſs es ungewiſs bleibt, welchen der Vorzug gebühren dürfte. Die aus diesen Versuchen abgeleiteten Formeln können keine gröſsere Zuverläſsigkeit gewähren, als die Versuche selbst, die ihnen zu Grunde liegen. Eine vollständige Übersicht des bisher in diesem Gebiete Geleisteten findet sich in dem neu bearbeiteten physikalischen Wörterbuche von *Gehler*, so wie auch in dem ersten Bande der Jahrbücher des Wiener polytechnischen Instituts. Wenn man die darin aufgeführten Formeln, welche das Gesetz für die Elasticität des Wasserdampfes darstellen sollen, überblickt, so wird man bald finden, daſs einige davon auf

unmögliche, andere auf unwahrscheinliche Werthe führen. Man gibt der vom Professor *Mayer* angegebenen Formel den Vorzug. Die Constanten derselben hat der Herr Professor *Arzberger* nach den am polytechnischen Institute zu Wien abgeführten Versuchen näher bestimmt. Wollte man diese Constanten nach anderen Versuchen bestimmen, so würde sie andere diesen Versuchen angemessene Resultate geben. Es muſs sich aber der Wunsch aufdringen, ein Gesetz aufzufinden, welches, von Versuchen jeder Art unabhängig aufgestellt, mit einer Reihe der abgeführten Versuche zunächst übereinstimmte; denn nur dann, wenn das für sich rein theoretisch aufgestellte Gesetz mit den Erfahrungen zusammentrifft, läſst sich mit Wahrscheinlichkeit vermuthen, daſs es in der Natur der Sache gegründet sey. Die Kenntniſs eines solchen Gesetzes würde für die Dampfmaschinen von Wichtigkeit seyn, denn es würde uns in den Stand setzen, nicht nur die Kraft der Dämpfe zu schätzen, sondern auch die Umstände anzugeben, von welchen die vortheilhafteste Wirkung der Dampfkraft abhänge.

Der nachstehende Aufsatz enthält einen Versuch zur Auffindung dieses Gesetzes, wobei ich mich jedoch vor der Hand bloſs auf Wasserdämpfe, die bei Temperaturen über den Siedpunct in einem geschlossenen Raume auf die bei Dampfmaschinen gewöhnliche Art erzeugt werden, beschränke. Ich habe in den früheren Aufsätzen dieser Zeitschrift, nämlich im vierten und sechsten Bande, meine Ansicht über die Wärme und ihre Grundwirkungen aufgestellt, und ich lege sie nun dieser Untersuchung zu Grunde.

1. Grundbestimmung.

Man kann nach der Analogie mit der Luft annehmen, daſs die absolute Elasticität der Dämpfe eine zu-

sammengesetzte Function aus ihrer Dichte und specifischen Elasticität sey. Will man nun die absolute Elasticität mit E, die specifische mit e, und die Dichtigkeit des Dampfes mit d bezeichnen, so ist $E = de$. *Mayer* und *Schmidt* gehen von derselben Ansicht aus; allein sie bestimmen die Elasticität nicht aus der Dichtigkeit des Dampfes, sondern sie leiten vielmehr diese aus jener ab. Ich werde aber die beiden Grundfactoren, aus welchen die absolute Kraft des Dampfes entspringt, für sich zu bestimmen suchen.

2. Bestimmung der Dichtigkeit des Dampfes.

Die Wärme, welche das Wasser durchströmt, wirkt ununterbrochen zur Erzeugung der Dämpfe. Ihre Wirkung muſs daher nach den Gesetzen continuirlich wirkender Kräfte beurtheilt werden. Diese verhalten sich aber wie die Producte aus den Massen in die Quadrate der Geschwindigkeiten. Nun läſst sich die Menge der Wärme, die das Wasser bei jeder gegebenen Temperatur x in freiem oder gebundenen Zustande in sich enthält, nach den im Bd. VI., S. 138 dieser Zeitschrift angegebenen Bestimmungen durch $q = x + \gamma x^2$ ausdrücken, wo $\gamma = 0{,}0027504$ ist. Die Geschwindigkeit, mit welcher die freie Wärme das Wasser durchströmt, hängt von der Intensität der Wärme, das ist: von der Höhe der Temperatur ab. Will man nun vom Siedpuncte ausgehen, und dessen Grade mit X, jede andere Temperatur aber mit x, die entsprechenden Wärmemengen mit Q und q, die Dichtigkeiten des zugehörigen Dampfes mit D, d bezeichnen; so ist

$$d : D = qx^2 : QX^2 \quad \text{und} \quad d = \frac{qx^2}{QX^2} D.$$

Wird die Dichte des Dampfes beim Siedpuncte zur Einheit, nämlich $D = 1$ gesetzt; so hat man $d = \frac{qx^2}{QX^2}$.

So wie das Wasser in Dampf übergehet, so wird eine bestimmte Menge Wärme gebunden. Der erzeugte Dampf behält dann überdiefs noch die Temperatur des Wassers, woraus er entstanden ist. Diese zur Erzeugung des Dampfes erforderliche Wärmemenge ist aber, wie es sich in der Folge zeigen wird, keine constante Gröfse; sie nimmt bei höherer Dampfspannung um die fühlbare Wärme x, die der Dampf mit dem Wasser gemein hat, ab. Da nun der Dampf bei seinem Entstehen in höheren Temperaturen weniger an Wärme bindet, so wird in demselben Verhältnisse, nämlich gegen den Siedpunct in dem Verhältnisse von $\frac{x}{X}$ mehr an Dampf erzeugt. Wird hiernach der frühere Ausdruck für die Dampfdichte berichtiget, so erhält man

$$d = \frac{q x^2}{Q X^2} \times \frac{x}{X} = \frac{q x^3}{Q X^3}.$$

Der Nenner dieses Ausdruckes ist eine constante Gröfse, die sich ein für alle Mal bestimmen läfst. Ich will sie mit c bezeichnen. Es ist daher $d = \frac{q x^3}{c}$; nun ist aber $q = x + \gamma x^2$, folglich ist

$$d = \frac{x^4 (1 + \gamma x)}{c} \text{ und } \log. d = 4 \log. x + \log. (1 + \gamma x) - \log. c.$$

Da nun zufolge der früher berufenen Aufsätze über die Wärme $X = 80{,}1494\ W^0$, $\gamma = 0{,}0027504$ und $Z = 97{,}8177$ ist; so ergibt sich $\log. c = 7{,}7021180$ und

$$\log. d = 4 \log. x + \log. (1 + \gamma x) - 7{,}7021180.$$

Will man aber die Dichtigkeit des Wasserdampfes gegen die des Wassers oder der Luft vergleichen, so ist $d' = n d$, wo n die Verhältnifszahl der Dampfdichte beim Siedpuncte gegen die Einheit der Dichtigkeit des Wassers oder der Luft bedeutet. Wird die Dichtigkeit, die der Wasserdampf beim Siedpuncte annimmt, gegen

jene, auf die das Wasser in Maximo gelangt, verglichen; so ist nach *Gay-Lussac* $n = 0{,}000589$, und nach *Munke* $= 0{,}000613$.

Die Versuche, die man über die Dichtigkeit des Wasserdampfes bisher angestellt hat, beziehen sich auf Temperaturen unter dem Siedpuncte. *Southern* hat indeſs diese Bestimmung auch für höhere Wärmegrade aus der Menge des Dampfes zu erhalten gesucht, die einen Stiefel von gemessenem Inhalte füllten. Seine absoluten Bestimmungen sind, so wie sie in dem neuen *Gehler'*schen phys. Wörterbuche B. II., S. 380 angegeben sind, nebst den nach meiner Formel berechneten Resultaten in der nachstehenden Tabelle enthalten.

Temperatur, angegeben in		Dichte des Dampfes.		Differenzen.
Centes.°	*W*°	Beobachtet.	Berechnet.	
109,4444	86,3509	0,000827	0,000838	0,000010
132,2222	100,6765	0,001701	0,001597	0,000104
146,1111	109,0201	0,002476	0,002236	0,000240

Die Versuche geben zwar etwas gröſsere Werthe in höheren Temperaturen als die Rechnung; allein ich finde die in dem oben angeführten phys. Wörterbuche gemachte Bemerkung vollkommen gegründet, daſs *Southern* die Dichtigkeit des Dampfes auf die angegebene Weise in höheren Temperaturen auf keinen Fall zu klein finden konnte, wohl aber zu groſs, wenn adhärirendes oder mechanisch fortgerissenes Wasser mit in den Stiefel eindrang.

Man hat bisher die Dichtigkeit des Dampfes aus dessen absoluter Elasticität gewöhnlich nach der For-

mel $d = A \frac{E}{213+t}$ zu bestimmen gesucht, wo t die Wärmegrade nach der 80theiligen Scale, E die Elasticität des Dampfes, und A eine durch Versuche zu bestimmende Gröſse bedeutet. *Munke* hat diese Formel den von ihm in 16 Versuchen gemessenen Dichtigkeiten des Wasserdampfes angepaſst, und sie den erhaltenen Resultaten angemessen gefunden; jedoch in der Art, daſs der für den Factor A gefundene Werth in höheren Temperaturen vermindert werden sollte, wornach die Formel die Gestalt $d = A(1 - w \cdot t)\frac{E}{213+t}$ erhalten würde, ohne daſs es ihm möglich schien, den Werth von w aus seinen Versuchen mit Sicherheit zu bestimmen, indem dieselben nur die Temperaturen von 0° bis 35° *R.* umfaſsten. Bei nochmaliger Revision der erhaltenen Gröſsen und einer Vergleichung derselben mit den durch andere Physiker, namentlich durch *Southern* für höhere Temperaturen gefundenen Dichtigkeiten fand er die Übereinstimmung zwischen den durch Beobachtung und Rechnung gefundenen Werthen noch genauer, wenn in der Formel für die Elasticitäten die durch *Arzberger* gefundenen Constanten aufgenommen, und mit den auf diese Weise erhaltenen Werthen von E die Dichtigkeiten berechnet werden. Er glaubt daher A unbedenklich $= 0{,}0064106984\ldots$ oder kürzer $= 0{,}0064107$ nehmen zu können, wornach ohne Einführung des Factors $(1 - wt)$ die Formel $d = 0{,}0064107 \frac{E}{213+t}$ die Dichtigkeiten sehr genau gebe. In der nachstehenden Tabelle sind die Resultate, die sich aus dieser und der von mir angegebenen Formel ergeben, zusammengestellt.

Temperatur.		Dichtigkeit des Dampfes	
Centes.°	*W*°.	nach *Munke*.	nach meiner Formel.
100	80,1494	0,000613	0,000613
105	83,4530	0,00072	0,00073
110	86,7106	0,00084	0,00085
115	89,9241	0,00097	0,00099
120	93,0950	0,00112	0,00115
125	96,2249	0,00128	0,00132
130	99,3153	0,00147	0,00151
135	102,3676	0,00167	0,00171
140	105,3830	0,00189	0,00194
145	108,3627	0,00213	0,00218
150	111,3074	0,00240	0,00244
155	114,2197	0,00269	0,00272
160	117,0991	0,00300	0,00302
165	119,9471	0,00334	0,00335
170	122,7646	0,00370	0,00370
175	125,5526	0,00410	0,00407
180	128,3118	0,00452	0,00444
185	131,0430	0,00497	0,00488
190	133,7471	0,00546	0,00533
195	136,4247	0,00597	0,00580
200	139,0766	0,00652	0,00630

Die nach meiner Formel berechneten Werthe sind in den niederen Temperaturen etwas gröſser, und nehmen sodann bei höheren Wärmegraden allmählig ab, welches mit *Munke's* Bemerkung, daſs der Factor *A* bei höheren Temperaturen abnehmen sollte, zusammenstimmt.

3. Bestimmung der specifischen Elasticität.

Nach dem von mir im vierten Bande dieser Zeitschrift angegebenen Gesetze, nach welchem sich die Körper durch die Wärme ausdehnen, läſst sich das Volumen, welches die expansiblen Flüssigkeiten für jeden Grad der Temperatur annehmen, aus $(1+\mu)^x$ finden.

Dieser Werth bestimmt daher auch die specifische Elasticität des Dampfes. Will man sie beim Siedpuncte zur Einheit setzen, so ist für jeden anderen Wärmegrad

$$e = (1 + \mu)^{x-x} = \frac{(1+\mu)^x}{1,375} \quad \text{und}$$

$$\log. e = x \log. (1 + \mu) - \log. 1,375.$$

Nun ist aber $\log. (1 + \mu) = 0,0017256$, B. 4. S. 445, und $\log. 1,375 = 0,1383027$. Werden diese Werthe substituirt, so erhält man

$$\log. e = 0,0017256\, x - 0,1383027.$$

4. Die absolute Kraft des Dampfes.

Da die absolute Elasticität des Dampfes als eine Function der Dichte und der specifischen Elasticität zu betrachten ist; und da nun sowohl die Dichtigkeit d, als auch die specifische Elasticität e für jede gegebene Temperatur über dem Siedpunct bestimmbar sind; so ergibt sich nunmehr von selbst die absolute Kraft des Dampfes. Es ist nämlich

$$E = de \quad \text{und} \quad \log. E = \log. d + \log. e.$$

Will man die Werthe von $\log. d$ und $\log. e$ substituiren, so hat man

$$\log. E = 4 \log. x + \log. (1 + \gamma x) + 0,0017256\, x - 7,8404207.$$

Dabei ist die Kraft des Dampfes beim Siedpuncte zur Einheit gesetzt. Will man sie aber nach der Höhe einer Quecksilbersäule, oder nach dem Gewichte, welches dem Dampfdrucke gleich kommt, schätzen; so ist, wenn a diesen Schätzungs-Maſsstab für den Siedpunct bedeutet, $E' = aE$ und $\log. E' = \log. a + \log. E$.

Nach diesem von Versuchen unabhängig aufgestellten Gesetze ist die nachstehende Tafel I. berechnet. Die erste Spalte enthält die gemeinen Grade nach der 100theiligen Scale; in der zweiten sind sie in die eigentlichen

Temperaturegrade nach dem im vierten Bande dieser Zeitschrift angegebenen Grundsatze übersetzt. Die dritte Columne gibt die Dichtigkeit, die vierte die specifische Elasticität, und die fünfte die absolute Kraft des Dampfes an.

In der II. Tafel sind die Resultate meiner Berechnung mit den Ergebnissen der Versuche oder der daraus abgeleiteten Berechnungen, die ich theils aus den früher angeführten Jahrbüchern des Wiener k. k. polytechn. Instituts und aus dem neuen *Gehler*'schen phys. Wörterbuche, theils aus *Bernoulli's* Dampfmaschinenlehre entlehnt habe, zusammengestellt.

Tabelle I.

Über die Dichtigkeit, specifische und absolute Elasticität der Wasserdämpfe nach dem von mir aufgestellten Gesetze berechnet.

Temperatur.		Dichtigkeit.	Specifische Elasticität.	Absolute Elasticität.
Centes.°	*W*°.			
100	80,1494	1,0000	1,0000	1,0000
105	83,4530	1,1841	1,0132	1,1997
110	86,7106	1,3901	1,0264	1,4269
115	89,9241	1,6194	1,0396	1,6836
120	93,0950	1,8732	1,0528	1,9721
125	96,2249	2,1528	1,0659	2,2948
130	99,3153	2,4594	1,0791	2,6540
135	102,3676	2,7943	1,0923	3,0522
140	105,3830	3,1586	1,1055	3,4918
145	108,3627	3,5538	1,1186	3,9754
150	111,3074 *)	3,9806	1,1310	4,5020
155	114,2197	4,4411	1,1450	5,0850
160	117,0991	4,9357	1,1581	5,7163
165	119,9471	5,4659	1,1713	6,4023

*) Dieser Wärmegrad ist in dem vierten Bande dieser Zeitschrift, Seite 446, mit 111,1311 irrig angegeben.

Temperatur.		Dichtigkeit.	Specifische Elasticität.	Absolute Elasticität.
Centes.°	W°.			
170	122,7646	6,0328	1,1845	7,1459
175	125,5526	6,6376	1,1977	7,9499
180	128,3118	7,2406	1,2109	8,7677
185	131,0430	7,9645	1,2241	9,7507
190	133,7471	8,6908	1,2373	10,7535
195	136,4247	9,4586	1,2506	11,8287
200	139,0766	10,2699	1,2638	12,9794
250	165,3984	21,6588	1,4032	30,3909
300	187,5634	37,1653	1,5323	56,9500

Tabelle II.

Darstellung der durch Versuche und Berechnung aufgefundenen Resultate über die Kraft der Wasserdämpfe.

Temperatur. Centes.°	Nach meiner Formel.	Nach *Ure.*	*Arzberger.*	*Christian.*	*Schmidt*	*Betancourt.*
100	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
105	1,1997	1,2120	1,1872	1,1671	1,2136	1,2356
110	1,4269	1,4372	1,4016	1,3661	1,4371	1,5074
115	1,6836	1,6882	1,6466	1,5990	1,7150	1,8033
120	1,9721	1,9845	1,9291	1,8695	2,0253	2,1606
125	2,2949	2,2953	2,2432	2,1903	2,3928	2,5550
130	2,6540	2,6737	2,5879	2,5642	2,7935	3,0000
135	3,0522	3,1206	2,9822	3,0009	3,2877	3,3291
140	3,4918	3,6235	3,4197	3,5130	3,8993	
145	3,9754		3,9089	4,1120		
150	4,5020		4,4701	4,8125		
155	5,0849		5,0423	5,4531		
160	5,7163		5,6952	6,2753		
165	6,4023		6,4141	6,6937		
170	7,1459		7,1997	7,6927		
175	7,9499		8,0316			
180	8,7677		8,9892			
185	9,7507		10,0000			
190	10,7535		11,0910			
195	11,8287		12,2724			
200	12,9794		13,5441			

Bei Vergleichung dieser Reihen zeigt es sich, daſs die nach dem von mir aufgestellten Gesetze berechneten Werthe für die absolute Elasticität des Dampfes mit den von *Arzberger* und *Ure* aufgefundenen Resultaten zunächst übereintreffen. Die Übereinstimmung ist immer so groſs, als man sie nur immer von einer rein aufgestellten Theorie und von Versuchen dieser schwierigen Art erwarten kann. Die abweichenden Resultate der Versuche rühren theils von den Hindernissen, die mit der zunehmenden Spannkraft des Dampfes wachsen, theils von der ungleichen Art, mit welcher die Versuche angestellt wurden, her. Es kommt dabei vorzüglich darauf an, daſs die Kraft des Dampfes und die zugehörige Temperatur gleichzeitig und übereinstimmend abgenommen werden; welches jedoch um so schwerer zu erzielen ist, je mehr die Temperatur und die Spannkraft des Dampfes gesteigert wird. Der Umstand, daſs das aufgestellte Gesetz mit denjenigen Versuchen zunächst übereinstimmt, die zufolge des angewandten Verfahrens die meiste Zuverläſsigkeit erwarten lassen, spricht zu Gunsten dieses Gesetzes.

Wenn die berechneten Werthe gegen die Resultate der in höheren Temperaturen abgeführten Versuche etwas kleiner erscheinen, so liegt der Grund davon vorzüglich darin, daſs bei den Versuchen die Temperatur nicht zu groſs, wohl aber zu klein gefunden werden kann, weil die Dämpfe früher die höhere Temperatur annehmen, als sie diese dem Quecksilber des Thermometers mittheilen, und weil der Dampf so wie jeder andere Körper da, wo er vom Feuer weiter entfernt liegt, und mehr Gelegenheit findet, seine Wärme an die kältere Umgebung abzusetzen, nicht dieselbe Temperatur wie näher an der Quelle der Wärme behaupten kann. Zwar hat man sich an dem Wiener polytechn. Institute

eines Apparats bedient, der so beschaffen war, daſs durch ein nach Willkür bewirktes Ausströmen der Dämpfe die Temperatur stationär erhalten werden konnte; allein da das Thermometer an demselben vom Feuer am meisten entfernten Endpuncte des Apparats angebracht wurde, wo der Hahn zum Ausströmen des Dampfes vorgerichtet war, so muſste daselbst die Temperatur mehr als in den übrigen Theilen des Apparats herabgehen, wie dieſs auch der Professor *Schmidt* im Papinianischen Topfe wirklich beobachtet hat. Eben so hat *Egen* durch genaue Versuche gefunden, daſs die Temperatur des Dampfes nahe an dem oberen Boden des Kessels etwas geringer, als tiefer unter demselben sey. *Ure* hat zur Erzielung einer gleichförmigen Vertheilung der Wärme die Röhre, in welcher der Dampf erzeugt wurde, in eine Art Wasserbad gestellt. Allein er hat nicht die Temperatur des Dampfes in dieser Röhre, sondern die des Bades beobachtet. Es ist aber offenbar, daſs letztere gröſser als die erste seyn muſste, weil die Wärme von dem umgebenden Mittel erst in die Röhre gelangen konnte, und weil da, wo Dampf erzeugt wird, immer eine geringere Temperatur Statt finden muſs. Übrigens ist es nicht angegeben, ob eine Correction wegen der Ausdehnung des Glases vorgenommen wurde. Sollte dieſs nicht geschehen seyn, so sind die abgenommenen Wärmegrade etwas kleiner, als sie seyn sollten. Der Einfluſs dieser Umstände wird desto merkbarer, je weiter sich die Temperatur vom Siedpuncte entfernt.

5. Wärmegehalt des Dampfes.

Zu den vorzüglichsten Untersuchungen gehört unstreitig die Bestimmung der Wärmemenge, die der Dampf von jeder gegebenen Temperatur und Spannung in sich enthält. Es ist ohnehin bekannt, daſs beim Über-

gange des Wassers in den dampfförmigen Zustand Wärme gebunden werde. Man hat diese Wärme durch Versuche auf verschiedenen Wegen zu bestimmen gesucht, so wie ich dieses im Bd. VI., S. 138 u. f. dieser Zeitschrift bereits erwähnt habe. Die Resultate dieser Versuche weichen in der That weniger von einander ab, als die Schwierigkeit der Experimente erwarten läfst. Man nimmt zufolge dieser Versuche an, dafs der beim Siedpunct erzeugte Wasserdampf so viel an gebundener Wärme enthalte, als nöthig ist, 5,4 bis 5,5 Mal so viel Wasser vom Gefrierpuncte bis zum Siedpuncte zu erhitzen. Nach der gemeinen 100theiligen Scale würde daher die latente Wärme 540° *C.*, und mit Inbegriff der fühlbaren Wärme 640° *C.* betragen. Nach der von mir angegebenen Theorie beträgt die gesammte Wärme des siedenden Wassers 97,8177° *W.* Hiernach ergibt sich die latente Wärmemenge für den Aggregatzustand des Dampfes

$$97{,}8177 \times 5{,}4 = 528{,}2156,$$

und mit Inbegriff derjenigen Wärme, die der Dampf als solcher beim Siedpuncte aufnimmt,

$$528{,}2156 + 85{,}0801 = 613{,}2957.$$

Es entstehet nun die weitere Frage, ob die Wärmemenge, die der Wasserdampf beim Siedpuncte in sich enthält, für jede andere Temperatur und Dampfspannung dieselbe sey? Theorie und Erfahrung geben, dafs gleiche Gewichte Dampf von irgend einer Temperatur und Dampfspannung gleiche Mengen Wärme enthalten. *Southern*, *Despretz* und Andere mehr haben darüber Versuche abgeführt, welche diesen Satz bestätigen. Will man nun die latente Wärme des Aggregatzustandes mit λ, und die fühlbare Wärme mit t nach der gemeinen 100theiligen Scale bezeichnen; so ist $\lambda + t = 640°$ *C.*, und folglich $\lambda = 640 - t$. Wird $t = 640°$ gesetzt, so

ist $\lambda = 0$. Es könnte daher bei der Temperatur von 640° keine weitere Dampfbildung Statt finden. Der Dampf müſste da die Dichtigkeit des Wassers erlangt haben. Die *Mayer*'sche Formel gibt aber für diese Temperatur die Dichte des Dampfes = 0,2183, die noch unter der Dichte des Wassers weit entfernt liegt. Man sucht es dadurch zu erklären, daſs bei dieser Temperatur der Dampf aufhöre, die Dampfform zu haben, und bloſs stark ausgedehntes Wasser sey. Nach dieser Annahme müſste das Wasser einen 4.57 Mal gröſseren Raum einnehmen. Allein dieses so beträchtlich ausgedehnte Wasser müſste doch noch immer einen Theil der Wärme in gebundenem Zustande enthalten. Es könnte die gesammte Wärme von 640° *C.* nur dann ganz als freie Wärme hervortreten, wenn auch das Wasser des Dampfes auf seine ursprüngliche Dichte gebracht seyn würde.

Wird hingegen meine Ansicht über die Wärme zu Grunde gelegt, so findet sich in diesen Bestimmungen eine genügende Übereinstimmung. Nach dieser muſs die Wärme, die ein gegebener Körper in sich enthält, in freie und gebundene Wärme unterschieden werden. Letztere ist wieder von doppelter Art, nämlich die der Körper zur Erlangung einer bestimmten Temperatur ohne Veränderung seines Aggregatzustandes, oder die er zu seinem Übergange in einen andern Aggregatzustand erfordert. Die gesammte Wärme, die der Körper zur Erlangung einer bestimmten Temperatur aufnimmt, habe ich durch $x + \gamma x^2$ ausgedrückt. Der Werth von γ wurde aus dem Ausdehnungsgesetze abgeleitet. Für gas- und dampfförmige Flüssigkeiten ergab sich $\gamma = 0{,}0007675$. Wenn man nun die Wärme, die beim Übergange des Wassers in den dampfförmigen Zustand gebunden wird, mit λ, und den Inbegriff der gesammten Wärme, die der Dampf im freien und gebundenen

Zustande enthält, mit σ bezeichnet; so muſs zufolge der Annahme, daſs die Wärme bei gleichen Mengen von Dampf eine constante Gröſse ist, $\sigma = x + \gamma x^2 + \lambda$ seyn. Hieraus ergibt sich

$$x = \frac{-1 + \sqrt{4\gamma(\sigma - \lambda) + 1}}{2\gamma}.$$

Will man nun wissen, bei welcher Temperatur und bei welchem Drucke der Dampf in die Dichte des siedenden Wassers übergeht; so ist $\sigma = 613{,}2957$ und $\lambda = 17{,}6683$ zu setzen. Letzteres aus dem Grunde, weil nach den auf Seite 146 angegebenen Bestimmungen das siedende Wasser als solches $\gamma X^2 = 17{,}6683$ an gebundener Wärme in sich enthält.

Würde man einen gegebenen Dampf durch einen angemessenen Druck in den Raum des siedenden Wassers bringen, so wird noch immer nicht die sämmtliche Wärme des Dampfes als freie Wärme hervortreten können. Es wird sich noch die angegebene Wärmemenge im gebundenen Zustande befinden müssen.

Wenn man nun die Werthe von $\gamma = 0{,}0007675$, $\sigma = 613{,}2957$ und $\lambda = 17{,}6683$ in die Gleichung von x substituirt; so wird man $x = 444{,}19^\circ$ *W*. finden. Wird nun für diesen Wärmegrad die Dichtigkeit nach der früher angegebenen Formel, nämlich nach

$$\log. d = 4 \log. x + \log. (1 + \gamma x) - 7{,}7021184$$

berechnet; so ergibt sich

$$d = 1720{,}556.$$

Nach englischen Beobachtungen und Annahmen rechnet man gewöhnlich, daſs beim Siedpuncte aus einem Kubikzoll Wasser 1728 Kubikzoll Dampf erfolgen, daſs also das Wasser 1728 Mal dichter ist als Dampf. Nach *Gay-Lussac* ist dagegen das Wasser 1696,4 Mal dichter, als der Dampf des Siedpunctes. Die von mir

berechnete Zahl fällt innerhalb der beiden Bestimmungen.

Übrigens mufs man in Betreff des Wärmegehaltes drei verschiedene Zustände des Dampfes unterscheiden. Im Entstehen nimmt der Dampf die Temperatur des Wassers an, und in diesem vollkommenen Zustande enthält er die angegebene constante Wärmemenge. Er ist mit Wärme gesättiget. Wird ihm aber ein Theil dieser Wärme entzogen; so übergeht er in einen minder vollkommenen Zustand. Seine Durchsichtigkeit und Elasticität nimmt mit der Herabsetzung seiner Temperatur ab. Er ist mit Wärme nicht gesättiget. Man kann aber auch einen gegebenen Dampf einer höheren Temperatur, als die des Wassers ist, aussetzen. Er wird mit Wärme übersättigt, und seine specifische Elasticität wird höher gespannt.

7. Folgerungen.

Da das angegebene Gesetz für die Dampfkraft die Bestandtheile, aus welchen es zusammengesetzt ist, sichtbar darstellt; so ist der Gebrauch dieses Gesetzes nicht blofs auf die Bestimmung der Dampfelasticität beschränkt, sondern es lassen sich auch aus den einzelnen Bestandtheilen desselben verschiedene für die Dampfmaschinen nicht unwichtige Folgerungen ziehen. So z. B. gibt der Factor $d = \frac{x^4 (1 + \gamma x)}{c}$ nicht blofs die Dichte des Dampfes, sondern auch die zur Erzeugung desselben erforderliche Wassermenge an. Eben so wird die verhältnifsmäfsige Gröfse der dampferzeugenden Kesselfläche, die zufolge einer allgemeinen Annahme von der Wassermenge, welche in einer bestimmten Zeit in Dampf verwandelt werden soll, abhängig ist, durch denselben Factor der Dichtigkeit angegeben. Da nach dem Vorausgelassenen gleiche Gewichte Dampf gleiche Mengen Wärme

enthalten, so wird auch derselbe Dichtigkeitsfactor sowohl den Wärmegehalt des Dampfes, als auch die verhältnifsmäfsige Menge des zu seiner Condensation erforderlichen Wassers bestimmen. Hieraus folgt, dafs der Dampf von höherer Spannung verhältnifsmäfsig gegen die Kraft weniger Wasser und Wärme, so wie auch eine kleinere Kesselfläche als ein einfacher Dampf erfordere. So würde der Dampf von 200° *C.* oder 139,0766° *W.*, der mit 12,9794 Atmosphären wirkt, nur 10,2699 Mal mehr Wasser und Wärme und eine eben so viel Mal gröfsere dampferzeugende Kesselfläche, als ein einfacher Dampf beim Siedepuncte erfordern. Obschon die Angaben über *Perkins* Dampf-Generator in manchen Stücken übertrieben seyn mögen, so ist doch aus dem Angeführten erklärbar, wie derselbe bei hohen Temperaturen doch immer mehr leisten konnte, als die gewöhnliche Rechnung gibt.

Der Dampf wirkt desto vortheilhafter, je gröfser seine Kraft ist, und je weniger Wärme er für seine Existenz erfordert. Da nun gleiche Mengen von Dampf gleich viel Wärme erfordern, so läfst sich die Wärmemenge, die ein gegebener Dampf in seinem vollkommenen Zustande enthält, durch $d\sigma$ ausdrücken. Will man nun den Wirkungsgrad des Dampfes durch w bezeichnen; so ist

$$w : w' = \frac{d\,e}{d\,\sigma} : \frac{d'\,e'}{d'\,\sigma} = e : e',$$

das ist: der Wirkungsgrad stehet im geraden Verhältnisse mit der specifischen Elasticität des Dampfes. Wird seine Wirkung beim Siedepuncte zur Einheit gesetzt; so geben die in der Tabelle I. angegebenen Zahlen für die specifische Elasticität das Verhältnifs der Wirkungsgrade des Dampfes für höhere Temperaturen an. So wirkt der Dampf bei 200° *C.* 1,2638 Mal vortheilhafter,

als jener des Siedepunctes. Dieser Wirkungsvortheil steigt mit der Höhe der Temperatur und der Dampfspannung. Bei 300° *C.* wirkt der Dampf 1,5323 Mal vortheilhafter, als der einfache Dampf. Hieraus folgt nun, daſs es vortheilhafter sey, mit hohem als niederem Drucke des Dampfes zu wirken, welches auch die Erfahrung bestätiget. Allein theils die Festigkeit, theils die Dampfhältigkeit der Dampfmaschinen setzen diesem in höheren Temperaturen fortschreitenden Vortheile Grenzen. Auch läſst sich der angegebene Vortheil in der Wirklichkeit in Bezug auf den Brennstoffaufwand nicht ganz erreichen; denn mit der steigenden Temperatur wird an die kältere Umgebung desto mehr Wärme abgesetzt, je gröſser der Unterschied der Temperaturen ist, und mit der Gröſse der Dampfspannung nimmt der Dampfverlust zu. Dieser Wärmeverlust muſs, in so ferne er unvermeidlich ist, den Vortheil in Betreff auf den zu verwendenden Brennstoff sehr herabsetzen, wohl auch ganz aufheben. Der Dampf von höherer Spannung erfordert zwar im Verhältnisse der Kraft weniger Wärme zu seiner Existenz als der einfache Dampf; allein da der Wärmeverlust mit der Höhe der Temperatur und der Dampfspannung steigt, so kann an Brennmateriale nicht in dem Verhältnisse der zur Dampfbildung erforderlichen Wärme erspart werden. Da aber der angegebene Wirkungsgrad von der specifischen Elasticität des Dampfes abhängt, und diese durch die Erhöhung der Temperatur des bereits vorhandenen Dampfes beliebig gesteigert werden kann; so wird man auch bei minder hohem Drucke des Dampfes den beabsichtigten Vortheil mit gröſserer Sicherheit dadurch erreichen können, daſs man den erzeugten Dampf, bevor er zur Wirkung zugelassen wird, einer höheren Temperatur, als diejenige ist, bei welcher er entsteht, aussetzt. Zwar wird man dadurch

keine höhere Spannung hervorbringen dürfen, wenn der erhitzte Dampf auf das siedende Wasser mit keinem vermehrten Drucke zurückwirken soll; allein der Dampf wird durch die Erhitzung verdünnt, und in diesem Zustande mit derselben Kraft wie der ursprünglich dichtere Dampf, mithin mit weniger Wasser und Wärmeaufwand wirken.

Wenn der Herr Regierungsrath *Prechtl* in der Anwendung der erhitzten Luft zufolge des in dem ersten Bande der polytechn. Jahrbücher enthaltenen Aufsatzes einen bedeutenden Vortheil findet; so kann dieser Vortheil auch hier nicht fehlen, wenn man den einmal auf Kosten des gebundenen Wärmestoffs erzeugten Dampf gleich einer Luftmasse durch Erhitzung höher spannt oder expandirt, bevor er zur Wirkung zugelassen wird. Würde man den einfachen Dampf einer Temperatur von 300° *C.* = 187,5634° *W.* aussetzen, so wird er mit Beibehaltung seiner Kraft 1,5323 Mal gröfseren Raum einnehmen. Es würde daher ein Kubikschuh Dampf bei gleicher Kraft in 1,5323 Kubikschuhe übergehen.

Wenn man die ursprüngliche Temperatur des Dampfes mit x, und nach dessen Erhitzung mit x', und die zugehörigen Wärmemengen mit q, q' bezeichnet; so ist der Unterschied der zur Erlangung dieser Temperaturen erforderlichen Wärmemengen $q' - q$. Die gesammte Wärmemenge des erhitzten Dampfes ist daher $\sigma + q' - q$, und es verhält sich der Wirkungsvortheil des gegebenen Dampfes zum erhitzten, wie

$$\frac{(1+\mu)^x}{\sigma} : \frac{(1+\mu)^{x'}}{\sigma + q' - q},$$

oder wie

$$1 : \frac{\sigma(1+\mu)^{x'-x}}{\sigma + q' - q}.$$

Es ist daher

$$\log. w' = (x' - x) \log. (1 + \mu) - \log. \left(1 + \frac{q' - q}{\sigma}\right)$$

$$= 0{,}0017256\,(x' - x) - \log. \left(1 + \frac{q' - q}{\sigma}\right);$$

wo $\sigma = 613{,}2957$, $\gamma = 0{,}000767$, $q' = x' + \gamma x'^2$ und $q = x + \gamma x^2$ zu setzen ist.

Wenn man hiernach den Wirkungsvortheil des auf 300° *C.* = 187,5634° *W.* erhitzten Dampfes gegen den einfachen Dampf von 100° *C.* = 80,1494° *W.* berechnet, so ergibt sich derselbe = 1,2761.

Diese Vergleichung bezieht sich auf die Einheit des gegebenen Dampfes in seinem vollkommenen Zustande. Bei dem gewöhnlichen Dampfkessel findet aber dieser Zustand nicht Statt. Einen Theil der Wärme setzt der Dampf an die kältere Umgebung ab, bevor er zur Wirkung gelangt. Dieser Abgang muſs durch neue Wärme und Dampfentwicklung wieder ersetzt werden. Der Vortheil des mit Wärme übersättigten Dampfes muſs in Vergleichung mit dem unvollkommenen Dampfe noch gröſser erscheinen. Um nun diesen Vortheil zu erreichen, muſs der Dampfapparat so vorgerichtet werden, daſs der erzeugte Dampf von seiner ursprünglichen Wärme nichts absetze, sondern vielmehr einen höheren Temperatursgrad erlange. Der Feuerstrom müſste daher unter das Wasser und von da über oder durch den Dampfraum geleitet werden. Da er aber noch immer einen hohen Grad von Wärme besitzen würde, so müſste er noch wiederholt zur Bildung neuer Dämpfe und zur Erhitzung derselben bis zu seiner möglichsten Erschöpfung verwendet werden.

Der in Fig. 13 vorgestellte Apparat dürfte dieser Forderung entsprechen. *a*, *b*, *c*, *d* sind so über einander gestellte Kesselabtheilungen, die aus Röhren bestehen können, daſs der Feuerstrom zwischen denselben

fortstreichen kann. Diese Abtheilungen communiciren durch die Röhren *e*, *f* und *g*, damit der Dampf und das Wasser von einer Abtheilung in die andere übergehen könne. Aus der untersten Abtheilung *a*, welche der gröſsten Hitze ausgesetzt ist, wird der Dampf bei *h* zur Maschine entnommen. Die oberste Abtheilung *d* wird bei *i* mit Wasser gespeiset. Während der Feuerstrom seine Wärme theils an das Wasser, theils an den erzeugten Dampf der über einander liegenden Abtheilungen immerfort absetzt, werden die Dämpfe und das Wasser, die bei jedem Kolbengange aus den oberen in die unteren Abtheilungen nachfolgen, immer mehr erhitzt und expandirt, bevor sie zur Wirkung in den Dampfcylinder gelangen. Auf diese Art lieſse sich die möglichste Erschöpfung des Feuerstromes mit der gröſsten Erhitzung des Dampfes vereinigen. Doch über diesen Gegenstand und die Dampfmaschinen überhaupt werde ich meine Ansicht in einem besondern Aufsatze mittheilen. Hier will ich nur noch der Frage begegnen, ob das aufgestellte Gesetz auch für Temperaturen unter dem Siedepuncte gelte.

Was den Factor für die specifische Elasticität des Dampfes anbelangt, so muſs derselbe zufolge des Ausdehnungsgesetzes für alle Temperaturen des Dampfes, in so ferne er seinen Aggregatzustand nicht verändert, gelten. Dagegen kann dasselbe Gesetz, welches die Menge und die Dichtigkeit des sich im siedenden Wasser bildenden Dampfes angibt, nicht zugleich auf die Verdünstung unter dem Siedpuncte angewendet werden, weil diese nur an der Oberfläche, also unter veränderten Umständen Statt findet. *Munke* und *Mayer* haben schon ohnehin die Frage in Anregung gebracht, ob Beobachtungen bei minderen, mittleren und minder hohen Temperaturen überhaupt das Gesetz des Wachsens der

Elasticitäten des Wasserdampfes so angeben, daſs auf dieselben eine überhaupt sowohl für den niedrigsten als auch höchsten Temperaturen passende Formel gegründet werden kann; und sie glauben diese Frage, obschon aus verschiedenen Gründen, verneinen zu müssen. Wenn die verschiedenen Formeln, welche die Dampf-Elasticitäten für alle Temperaturen umfassen sollen, unmögliche oder unwahrscheinliche Werthe in sich einschliessen; so scheint mir der Grund darin zu liegen, daſs man etwas unter ein allgemeines Gesetz zu bringen bemüht ist, was nach Verschiedenheit der Umstände verschiedenen Gesetzen unterworfen ist. Ich werde das Gesetz für die Dampf-Elasticität unter dem Siedepuncte durch einen besonderen Ausdruck anzugeben suchen.

II.

Über die Bereitung eines farblosen Firnisses aus dem Schellack;

vom

Med. Dr. Ritter von *Holger*.

Die Möglichkeit, einen farblosen Firniſs aus dem Schellack zu bereiten, die ich durch die Anzeige des Firnisses nach *Field's* Methode, in *Geiger's* Magazin für Pharmacie, Octoberheft 1828, und in *Erdmann's* Journal der technischen Chemie, Bd. II., St. I. bewähret fand, zog meine Aufmerksamkeit in so ferne auf sich, als der Vorzug des Schellacküberzuges durch Glanz und Härte vor dem durch andere Harze lange anerkannt war, und die ausgebreitetere Anwendung desselben nur durch seine gelbe Farbe und Undurchsichtigkeit gehemmt

wurde. Hatte man nun die Weise aufgefunden, ihn von diesen beiden Fehlern eines guten Firnisses zu befreien, so mußte er sowohl für Mahler als für naturhistorische und physikalische Sammlungen von großem Werthe seyn, zumal da ihm noch die Wohlfeilheit seines Materials einen eigenen Vorzug gibt. Ich unternahm es daher, den *Field*'schen Firniß zu bereiten, und eine Reihe von Versuchen mit ihm in der Absicht anzustellen, eine genauere Einsicht in den chemischen Prozeß, der bei dem Bleichen des Schellacks durch Chlor Statt findet, zu erlangen, und diesen, wo möglich, zu vereinfachen, und lasse nun das Resultat vieler theils gelungener, theils mißlungener Versuche mit der Bemerkung folgen: daß sich der gebleichte Schellackfirniß als vorzüglich in der Anwendung bewährt hat, und eines ausgedehnteren Gebrauches würdig ist.

Nach der Vorschrift zur Bereitung des *Field*'schen Firnisses wird in Weingeist gelöseter Schellack, *Schellacktinctur*, mit *Javell*'scher Bleichlauge so lange versetzt, bis das Gemenge eine bleiche Farbe angenommen hat; hierauf wird in kleinen Mengen eine Flüssigkeit beigemengt, die durch Digestion von 3 Th. Salzsäure und 3 Th. Wasser mit Mennige entstand, und zwar so lange, als sich noch gebleichter Lack aus der Mischung ablagert. Dieser gelbliche Lack wird nun mit Wasser ausgewaschen, ausgepreßt, von neuem in Alkohol aufgelöset, und stellt, vom Rückstande abgegossen, einen fast farblosen Firniß dar, der weder blankes Eisen noch Krapproth angreift.

Löset man Schellack im kalten Weingeist auf, so erhält man eine gelbbraune, trübe und undurchsichtige Tinctur, die durch längeres Stehenlassen nichts absetzt. Wird sie filtrirt, so bleiben die im Weingeist unlöslichen Theile auf dem Filtrum, betragen nach einem Ver-

suche 10.8 %, und die Tinctur wird klar und durchsichtig, jedoch darum nicht farbenlos.

Diese unfiltrirte Schellacktinctur wurde nun mit frisch bereiteter *Javell'*scher Bleichlauge versetzt, und dadurch gebleicht, wozu aber mehr als das gleiche Volumen concentrirter Bleichlauge erfordert wird. Man erhält die Bleichung am vollständigsten, wenn man grössere Mengen der Lauge der Tinctur unter beständigem Umrühren zusetzt, als wenn man jene durch ein Filtrum tropfenweise dieser beimengt. Im ersten Falle erhält man eine vollkommen wasserklare, farbenlose Flüssigkeit mit einem blendend weifsen Absatze, welcher zu voluminös war, als dafs er blofs aus den im Weingeist unlöslichen Theilen bestehen konnte. Ich versuchte daher beide durch das Filtrum zu trennen, welches aber wegen der Zähe des Absatzes nur langsam vor sich ging, und keine reine Trennung zur Folge hatte, indem weder Weingeist noch Wasser zum Auswaschen des Absatzes und zur Verdünnung der Lauge angewendet werden konnte, um ersteren nicht aufzulösen, letztere nicht vor der Zeit zu zerlegen.

Die vom Absatze getrennte *Lauge* war farbenlos und leicht getrübt. Durch verdünnte Schwefelsäure wurde sie unter heftigem Aufbrausen zerlegt, und ein blendend weifses Harz abgeschieden, welches abgenommen und ausgeprefst gar nicht zähe war. Als sich kein Harz mehr abschied, wurde die Flüssigkeit milchweifs und undurchsichtig, welche Veränderung gleichfalls durch einen geringen Antheil desselben Harzes hervorgebracht wurde, der fein zertheilt in der Lauge schwebte; denn die weifse Flüssigkeit ging farbenlos und wasserklar durch das Filtrum, und liefs auf demselben eine geringe Menge des Harzes zurück. Die Erklärung dieser Erscheinung ergab sich leicht. Es wurde nämlich das Harz durch

Chlor gebleicht, dabei oxydirt, und in dem freien Kali gelöset. Die Lauge enthielt nun salzsaures, carbonsaures und Harz-Kali; durch die Schwefelsäure wurde das Harz und die Carbonsäure ausgetrieben, und es blieb schwefelsaures und salzsaures Kali in der Auflösung zurück. Zerlegt man die Lauge durch die früher angegebene Chlorbleilösung, so wird ganz dasselbe Harz ausgeschieden; es ist sonach viel einfacher, bloſse Schwefelsäure anzuwenden, und gewährt noch den Vortheil, daſs das Harz nicht so sorgfältig ausgewaschen zu werden braucht, weil das schwefelsaure Kali ohnehin bei dessen Auflösung in Alkohol zurückbleibt, während das salzsaure Kali in diesen mit übergeht.

Das nun erhaltene weiſse Harz hatte Salzkrystalle in seinen Zwischenräumen, es wurde daher mit Wasser gekocht, wobei es das Salz verlor, aber zugleich wahrscheinlich sein Hydratwasser fahren lieſs, wie dieſs auch z. B. beim Zinnoxydul bemerkt wird, denn es zog sich in einen Klumpen von viel kleinerem Volumen als vorhin zusammen, und schwamm nun auf dem Wasser, ohne dadurch seine weiſse Farbe zu verlieren. Es war vollkommen hart, wog 44.00 auf 100 Th. Schellack, und löste sich in Alkohol leicht mit einem geringen weiſsen Rückstand zu jenem fast farbenlosen Firniſs auf, von welchem bereits die Rede war.

Der *Absatz* trocknete auf dem Filtrum zu einem gelblichweiſsen Harze ein. Dieses löste sich, in Wasser gekocht, ganz zu einer trüben, gelblichweiſsen Flüssigkeit, die sich unverändert filtriren lieſs. Wurde Wasser in gröſserer Menge zugegossen, so wurde sie trübe und flockig. Durch verdünnte Schwefelsäure wurde sie unter gelindem Aufbrausen zerlegt, und eine Menge weiſses Harz abgeschieden, welches in Wasser gekocht und ausgepreſst dem früher angeführten ganz gleich sah,

und sich in allem so wie dieses verhielt. Es wog 42.00. Es geht nun daraus hervor, daſs bei Vermengung des Schellacks mit der *Javell*'schen Lauge das Harz gebleicht und in Kali in zwei Verhältnissen gelöset werde, deren jenes mit dem Überschuſs von Kali in der Lauge aufgelöset bleibt, das mit dem Überschuſs von Harz in derselben niederfällt, und in der Vereinigung mit den in Weingeist unlöslichen Theilen des Schellacks den *Absatz* bildet; denn daſs nicht letztere allein den Absatz bildeten, geht schon daraus hervor, daſs in der filtrirten Schellacktinctur, wenn sie mit *Javell*'scher Lauge gemengt wird, gleichfalls der weiſse Absatz erscheint. Man kann nun das erhaltene gebleichte Schellackharz sowohl des leichteren Ausdruckes wegen als auch wegen seiner Eigenschaften *Lacksäure* nennen, denn seine Tinctur reagirt auf die Lackmuspapiere schnell und in hohem Grade, es wird durch höhere Oxydation aus dem Schellackharz erzeugt, durch Kali aufgelöset, durch stärkere Säuren aus der Auflösung geschieden, und dann sagen, daſs der Schellack während des Bleichungsprozesses in saures und basisches *lacksaures Kali* zerfalle.

Die im Weingeist unlöslichen Theile des Schellacks wären theils in dem, aus der Auflösung geschiedenen, Harze, und blieben, als in kaltem Weingeist unlöslich zurück; theils im Absatze, und blieben, als dessen Auflösung im Wasser durch Säure zerlegt wurde, im Rückstande. Letzterer wog 6.00, war gelblichbraun, weder im kalten Alkohol noch in verdünnter Schwefelsäure, wohl aber in Kali löslich. Im kochenden Alkohol löste er sich bis auf einen geringen weiſsen pulverigen Rückstand. Die Auflösung gelatinirte beim Erkalten, und trennte sich in die Gallerte, die zu einem weiſsen weichen Körper eintrocknete, der als *Cerin* angesehen werden konnte, und in Weingeist, der farbenlos war, und

durch Zusatz von Säure noch etwas weifses Harz fallen liefs, das 3.30 wog; er mufste daher lacksaures Kali, welches dem Reste noch anhing, ausgezogen haben.

Da nun dasselbe Harz in der Auflösung und dem Niederschlage vorgefunden wurde, so war das Filtriren bei der Firnifsbereitung gänzlich unnöthig. Ich versuchte daher, die *Lacksäure* unmittelbar aus dem Gemenge der Schellacktinctur und der *Javell*'schen Lauge durch Zusatz von verdünnter Schwefelsäure abzuscheiden, in der Absicht, die Menge derselben genau zu bestimmen, welches früher wegen der Schwierigkeiten während des Filtrirens nur unvollkommen gelang. Es erfolgte dabei unter heftigem Aufbrausen die Abscheidung der ganzen Menge *Lacksäure*. Die Lauge blieb milchweifs und trübe, obwohl schon Schwefelsäure im Übermafse zugesetzt war, ging aber klar durch das Filtrum, liefs auf demselben noch *Lacksäure* zurück, und enthielt dann nichts weiter als schwefelsaures und salzsaures Kali. Die gesammte erhaltene *Lacksäure* liefs während des Kochens mit Wasser einen weifsen Rückstand fallen, welcher die im Weingeist unlöslichen Bestandtheile enthielt, und schied sich, wie bereits angezeigt, auf der Oberfläche des Wassers rein aus. Sie wog dann getrocknet auf 100 Th. Schellack 144.00 Th. Da nun der Schellack aus 89.2 Harz und 10.8 im kalten Weingeist unlöslichen Theilen besteht, so mufste das Schellackharz während des Bleichens 54.8 Oxygen aufgenommen haben *). Der

*) Dafs der Bleichungsprozefs ein Oxydationsprozefs sey, wurde wohl schon längere Zeit angenommen, dafs aber das Harz durch die blofse Mengung mit den chlorichtsauren Salzen so schnell und so hoch oxydirt werden könne, wird durch *Dingler's* d. j. neueste Versuche, polytechnisches Journal, XXVI. 231, bestätigt. Diesem zu Folge oxydirt Chlorkalk und somit auch *Javell*'sche

Rückstand wog 7.00, hatte das Ansehen und die Consistenz des *Cerins*, enthielt aber nur eine kleine Menge desselben, denn er blieb beim Kochen in Alkohol fast ganz unverändert, und aus diesem schied sich nach dem Erkalten nur wenig *Cerin*, und durch Zugiefsen von Wasser etwas Harz aus, und wog, nachdem der Alkohol nichts mehr auszog, 5.00, war weifs, schuppig, glänzend, sanft anzufühlen, und dürfte vielleicht für *Myricin* gelten. Allein da es nun um 5.8 weniger wog, als im ungebleichten Zustande, und der ungebleichte Rest gleichfalls durch kochenden Alkohol in *Cerin* und *Myricin* zersetzt wurde, so mufste sich das *Cerin* auch hier irgendwo nachweisen lassen. Es mufste nämlich entweder durch Schwefelsäure oder Kali aufgelöset, und mit der ausgeschiedenen *Lacksäure* gemengt seyn, und diefs wurde auch durch den Versuch nachgewiesen, indem *Lacksäure* im kochenden Alkohol aufgelöset ward, und sich beim Erkalten das *Cerin* ausschied. Durch diese Beimengung von *Cerin* wird die *Lacksäure* nicht verändert, denn sie hat nach dem Abscheiden desselben alle ihr früher zukommenden Eigenschaften, und dieses bleibt beim Auflösen im kalten Alkohol zurück. Wir sehen daher, dafs der ungebleichte Schellack aus 89.2 Harz und 10.8 Pflanzenwachs bestehe, der gebleichte ebenfalls aus 10.8 Pflanzenwachs, welches nun gleichfalls gebleicht war, und aus 89.2 Harz, welches, nach Abzug des beigemengten Cerins, 49.6, nicht wie angegeben wurde 54.8 Oxygen aufgenommen hatte, und die Lacksäure bestünde aus 64.3 Harz und 35.7 Oxygen.

Die hier angeführte *Lacksäure* ist sowohl von der problematischen *Stocklacksäure John's*, die derselbe als

---

Lauge sehr schnell Phosphor und Schwefel zu Säuren, viele Metalle zu Oxyden, Metalloxyde zu Hyperoxyden.

Bestandtheil des Körnerlacks zu 3.75 °/₀ entdeckte, als auch von der *Lacksäure*, die *Pearson* in der wachsartigen Decke der Weibchen einer nicht näher bekannten Schildlaus fand, wohl zu unterscheiden. Die hier berührte *Lacksäure* ist kein Bestandtheil eines Harzes, wie jene, sondern das Harz selbst im höher oxydirten Zustande, sie erhielt auch den Namen einer Säure mehr des einfacheren Ausdruckes wegen, als um wirklich die Anzahl der Säuren noch zu vermehren; denn hat sie gleich die allgemeinen Eigenschaften einer Säure, und haben wir durch *Unverdorben's Pininsäure* und *Silvinsäure* Analogien für diese Benennung, so müssen doch ihre Verbindungen erst näher untersucht werden, bevor man mit Bestimmtheit über ihre Existenz als Säure sich aussprechen kann.

Nach der in *Erdmann's* Journal a. a. O. angegebenen Analyse des Schellacks von *Hattchett* besteht dieser aus 90.9 Harz, 4.0 Wachs, 2.8 Kleber und 0.5 Extractivstoff. Kalter Alkohol sollte 81 Th. Harz und den Extractivstoff auflösen, 9.9 Harz sammt Kleber und Wachs zurücklassen.

Ich konnte aber keinen Kleber auffinden. Als ein im kalten Alkohol unlöslicher Stoff hatte er für mich auch kein Interesse, da ich nicht Analyse des Schellacks, sondern Untersuchung des Firnisses zunächst beabsichtigte. Sollte man wirklich nach der genauen *Field*'schen Vorschrift den zum Firniſs bestimmten Schellack im heiſsen Alkohol auflösen, so würde doch *Myricin* und *Zymon* (Pflanzeneyweiſs) ungelöset bleiben, und *Cerin* und *Gliadin* (Pflanzenleim) sich nach dem Erkalten gröſstentheil wieder ausscheiden; zudem würde das Erhitzen nur den Verlust eines Theils des Alkohols nach sich ziehen, und doch keinen Vortheil bringen, da sich im kalten Alkohol nach den früher angegebenen Versuchen

schon beinahe die ganze Harzmenge auflöste, welche *Hattchett* im Schellack vorfand. Über die 0.5 Extractivstoff läſst sich nun durchaus nichts Bestimmtes angeben; dieser Stoff ist in seinen allgemeinen Eigenschaften gegenwärtig so erschüttert, daſs er als Gattungsname eines näheren Pflanzenbestandtheils nicht mehr taugt, und meist bloſs den *Bitterstoff* anzeigt, den wohl Niemand als Bestandtheil im Schellack suchen wird. Ihn als färbendes Princip des Schellacks voraussetzen, dürfte unnöthig seyn, da ja das Harz an und für sich gefärbt seyn kann, und es unzweckmäſsig scheint, einen eigenen färbenden Stoff auch in dem Falle anzunehmen, wo er sich nicht durch Versuche als vorhanden nachweisen läſst. Überhaupt wäre zur Erreichung einer wissenschaftlichen Ansicht organischer Zusammensetzungen nichts mehr zu wünschen, als daſs die näheren Bestandtheile organischer Überreste vereinfacht, ihre Charaktere genauer bestimmt, und nicht jede Modification derselben sofort als selbstständiger Bestandtheil aufgeführt würde. Dadurch würden dann die langen Reihen der Bestandtheile, welche noch häufig als Resultate der Analysen organischer Überreste erscheinen, zum Vortheile der Wissenschaft abgekürzt, und das Gewissen des Experimentators mehr beruhigt, auf dem noch immer der Vorwurf oft schwer lasten mag, es seyen mehrere der gefundenen Bestandtheile erst durch die Einwirkung der Reagentien und der Wärme während des Zerlegungsprozesses erzeugt worden.

* * *

Da man nicht immer *Javell*'sche Lauge vorräthig hat, und sie auch nicht immer frisch bereiten kann, versuchte ich den Chlorkalk zur Bereitung des Firnisses anzuwenden. Dieser kann trocken in verschlossenen Ge-

fäſsen lange verwahrt werden, ist gegenwärtig bei uns allerorts um geringen Preis käuflich zu haben, und gibt so ein bequemes Mittel an die Hand, kleine Mengen des Firnisses schnell und leicht zu erzeugen, ohne daſs man sich den belästigenden Chlordämpfen selbst aussetzt, wie dieſs bei Darstellung der *Javell*'schen Lauge unvermeidlich ist. Diese Methode dürfte dem Naturaliensammler, dem Mahler u. a., die sich solchen Firniſs erzeugen wollen, vorzüglich erwünscht seyn, wenn sie nicht im Besitze chemischer Apparate sind, oder sie nicht gehörig handzuhaben wissen, und die schädliche Einwirkung des Chlorgases auf die Respirationswege scheuen, die unvermeidlich eintritt, wenn man nicht mit der gröſsten Vorsicht bei der Bereitung desselben verfährt, und im Falle des dadurch erzeugten Luftröhrenkrampfes die entsprechenden Gegenmittel schleunig anwendet. Man braucht den trockenen Chlorkalk nur im Wasser zu einem dünnflüssigen Brei anzurühren, und diesen zu filtriren, um ihn zur Bereitung des Firnisses anwenden zu können. Gieſst man die Chlorkalklösung in die Schellacktinctur, so erreicht man seinen Zweck nicht. Es scheidet sich das ganze Harz mit einem Male ungebleicht aus, und die darüber stehende Flüssigkeit wird milchweiſs und undurchsichtig. — Das Schellackharz scheint mit dem Kalk nicht, nur mit dem Kali eine auflösliche Verbindung zu geben, und da es zum Gelingen des Bleichungsprozesses unentbehrlich scheint, daſs das Harz in möglichst innige Berührung mit dem Chlor gebracht werde, so kann auf diesem Wege die ausgeschiedene Harzmasse höchstens an der Oberfläche etwas gebleicht werden. Sie verändert ihre Farbe auch nicht, wenn man sie längere Zeit in der Chlorkalklösung liegen läſst, und müſste von neuem im Weingeist gelöset, und dann auf einem anderen Wege gebleicht werden. Vollkom-

men gelingt indeſs die Bleichung, wenn in die concentrirte Chlorkalklösung, unter ununterbrochenem lebhaften Umrühren derselben, die Schellacktinctur in einem dünnen Strahle gegossen wird. Die trübe weiſse Flüssigkeit wird dann durch Salzsäure zerlegt, das abgeschiedene Harz, welches ebenfalls 144.00 beträgt, wird dann im Wasser ausgekocht und ausgepreſst, und zwar *sorgfältiger als das nach* der ersten Methode bereitete, weil der salzsaure Kalk schwerer als der schwefelsaure zu entfernen ist. Da bei der Vermengung beider Flüssigkeiten eine bedeutende Menge Chlorgas frei wird, so dürfte, falls Nicht-Chemiker diese Methode durchführen wollten, die Warnung nicht überflüssig seyn, nie anders als mit verbundenem Munde zu arbeiten, und das Gesicht so viel möglich von der Öffnung des Präcipitirgefäſses abzuwenden, da Chlordämpfe den Augen nicht minder als den Lungen empfindlich sind.

* * *

Noch einfacher schien mir die Methode, das Harz zu bleichen, indem ein Chlorgasstrom unmittelbar durch die Schellacktinctur geleitet würde. Es wird ein geringer, blendend weiſser Absatz erzeugt, und der gröſste Theil des Harzes bleibt aufgelöset; die Auflösung wird aber nicht farbenlos, sondern roth, und scheint Salzäthergeist zu enthalten. Fällt man durch Zugieſsen von Wasser das Harz ganz heraus, so erscheint dieſs zwar schön weiſs, ist aber darum nicht gebleicht, denn es hat seine weiſse Farbe nur daher, weil es Hydrat ist. Wird es getrocknet, so wird es gelb, und gibt einen Firniſs, der vom ungebleichten Schellackfirniſs nicht verschieden ist. Wohl aber gelingt das Bleichen, wenn man die Tinctur im dünnen Strahle in lebhaft umgerührtes, concentrirtes, flüssiges Chlor gieſst. Hierbei schei-

det sich die *Lacksäure* auf der Oberfläche ohne Absatz aus, und kann mit Wasser ausgekocht und zum Firnifs verwendet werden. Die im Weingeist unlöslichen Theile bleiben im Chlor gelöset zurück, und werden durch Zusatz von carbonsaurem Kali ausgeschieden. Dieser Versuch scheint zu beweisen, dafs zum Bleichen des Harzes durch Chlor nicht wesentlich nothwendig sey, dafs das Harz, indem es zur *Lacksäure* wird, in Kali gelöset werde; jedoch ist letzteres immer vortheilhafter, denn da durch die Auflösung des Harzes seine Berührungspuncte mit dem Chlor vervielfältigt werden, so ist auch dabei eine viel geringere Menge desselben zum Bleichen nöthig, als wenn dieses im ungebundenen Zustande angewendet wurde. Ich erhielt bei einem Versuche, wo eine Tinctur, die 0.5 Loth Schellack enthielt, mit 13 Loth flüssigem Chlor gemengt wurde, noch keine vollständige Bleichung, das Harz war noch gelblich, und wog auf 100 Th. berechnet nur 120.00 statt 144.00.

Bei den angeführten Bereitungsmethoden trat jedoch immer der unwillkommene Umstand ein, dafs man den Lack zwei Mal in Alkohol auflösen mufste, um ihn als Firnifs gebrauchen zu können. Ich versuchte daher eine Auflösung des Schellacks in Kali unmittelbar durch Chlorgas zu bleichen. Schellack löset sich in der kalten und heifsen Ätzlauge leicht auf, und gibt eine blutrothe Auflösung und einen geringen nelkenbraunen Absatz. Wird nun durch jene Chlorgas geleitet, so wird sie farbenlos, ein weifses Harz scheidet sich schwimmend auf der Oberfläche aus, und das Wachs bleibt schwebend in der Lauge, und setzt sich theils von selbst, theils auf dem Filtrum ab, in allen seinen Eigenschaften dem Bienenwachse ähnlicher, als das bei den früheren Versuchen zurück bleibende. — Das Harz war aber weich, wurde diefs nach dem Kochen mit Wasser noch mehr,

und klebte sehr stark. Es löste sich in Alkohol mit geringem, in Äther ohne allen Rückstand, war aber dem ungeachtet als Firniſs unbrauchbar, denn dieser trocknete nur langsam und unvollkommen, und gab einen undurchsichtigen Überzug, der immer klebend blieb. Worin dieser auffallende Unterschied dieses Harzes von der *Lacksäure* lag, wage ich nach meinen bisherigen Versuchen nicht zu bestimmen.

Die Ausscheidung des nelkenbraunen Niederschlages, der 32.00 betrug, scheint eine theilweise Zerlegung des Harzes durch das Kali anzuzeigen; denn da, nach abfiltrirtem Niederschlage, die Lauge, als sie gebleicht wurde, doch noch Wachs absetzte, so enthielt dieser nicht bloſs die, oben berührten, in Alkohol unlöslichen Bestandtheile. Indeſs konnte auch ihm durch Alkohol *Cerin* entzogen werden, und der bedeutende in Alkohol und Säuren unlösliche Rest wurde dadurch heller gefärbt. Auch scheint durch die Einwirkung des Kali während der Auflösung ein Suppurificationsprozeſs Statt gefunden zu haben, denn selbst das ungebleichte Harz wog, von dem Kali durch Säure geschieden, 80.00, welches zugleich mit dem braunen Niederschlage 112.00, mithin einen Zuwachs von 12.00 gibt, auch war das gebleichte und ungebleichte Harz, besonders nach dem Kochen mit Wasser, der Elainsäure sehr ähnlich. Während des Bleichens durch die chlorichtsauren Salze scheint theils durch das aufsteigende freie Chlor der Zutritt der Atmosphäre abgehalten, theils durch die so rasch vor sich gehende Oxydation des Harzes und Auflösung desselben in den Basen die Bildung der Lacksäure bedingt worden zu seyn, die mit dem gegenwärtig besprochenen halbflüssigen Harze gar keine Ähnlichkeit hat. — Da die Bildung des letzteren mit der genaueren Kenntniſs des Firnisses in keiner Verbindung steht, so behalte ich mir

bevor, sie einer besonderen Untersuchung zu unterwerfen, bei welcher Gelegenheit ich auch näher bestimmen werde, ob das gebleichte harte Schellackharz auch Verbindungen eingehen kann, die den ihr vorläufig beigelegten Namen Lacksäure rechtfertigen können.

III.
Merkwürdige Bildung von Steinkohle.

Am 26. Mai dieses Jahres wurde in einem Erdaufwurfe auf der Simeringerheide nächst Wien, der bei den Artillerieübungen benützt wird, ein Stück Steinkohle gefunden, welches darum einer besonderen Erwähnung werth ist, weil sich über das Entstehen desselben sowohl in Beziehung auf den Stoff, der es geliefert, als auch auf die Zeit, innerhalb welcher es gebildet wurde, mehr sagen läſst, als es in den bisher bekannten Fällen möglich war.

Das erwähnte Stück Steinkohle fand man an der Stelle *a* des in Fig. 14 abgebildeten Walles, wovon $AB = 4^1/_2$ Kl. $BC = 9$ F. 5 Z. betrug. Es ist gewiſs, daſs sie früher ein Pflock war, indem die ganze Gestalt und die zugespitzte Form desselben noch deutlich und bestimmt zu erkennen war. Seit dem Jahre 1784 ist man beim Ausbessern des Erdaufwurfes nicht so tief gekommen, als der Pflock lag, und daher kein Zweifel, daſs letzterer durch 45 Jahre in der Erde gelegen hat. Von jeher werden die zum Baue erforderlichen Pflöcke bei der k. k. Artillerie aus weichem, Kiefern-, Tannen- oder Fichtenholze gemacht, und so ist es höchst wahrscheinlich, daſs es eine dieser harzreichen Holzarten war,

welche die Veränderung in Steinkohle unter den oben angegebenen Umständen erlitten hat.

Herr Baron *Smolla*, Lieutenant beim k. k. Bombardier-Corps, und Professor der Physik und Chemie bei eben demselben, hatte die Güte, die chemischen und physischen Eigenschaften dieser Kohle näher zu untersuchen, und Folgendes mitzutheilen:

Gestalt: Unregelmäfsig.

Bruch: Flach muschelig, wie bei der gewöhnlichen Braunkohle.

Glanz: Unvollkommener Fettglanz.

Farbe: Sehr dunkel schwarzbraun.

Strich: Braun, nicht schwarzbraun.

Zusammenhang der Theile: Spröde, nicht in hohem Grade, läfst sich jedoch im Mörser zu dem feinsten Pulver zerreiben.

Härte: 1.5 (nach der *Mohs'*schen Härtescale).

Specifisches Gewicht: 1.324.

Das spec. Gewicht stimmt demnach am nächsten mit dem der Schwarzkohle von *Neu'castle*, das 1.329 ist, zusammen.

Übrigens besitzt sie ziemlich deutlich die Textur des Holzes, jedoch bei weitem nicht die Spaltbarkeit derjenigen Holzarten, aus deren einer sie wahrscheinlich gebildet wurde.

Zum Entzünden braucht diese Steinkohle eine deutliche Rothglühhitze, verbrennt dabei mit schwacher, nicht lange anhaltender, leuchtender Flamme, und Verbreitung des Geruches gewöhnlicher verbrennender Steinkohlen.

Bei der Destillation erscheinen die Producte harzarmer Steinkohlen; es bleiben hierbei 47,1 pCt. Kohlen zurück, die nur an einigen Stücken eine schwache Spur von Schmelzung zeigen, und wo auch nur selten, wenn

man kleine Stücke destillirt, zwei derselben zusammenbacken. Dieser Rückstand ist übrigens weicher als die Steinkohle selbst, färbt schwach ab, jedoch bedeutend weniger als Holzkohle. — Das flüssige Destillationsproduct besteht aus dem brandigen Öhle, welches in ziemlicher Menge erscheint, und einer wässerigen Flüssigkeit; das erstere besitzt ganz den Geruch des Brandöhls der gewöhnlichen Steinkohlen, die wässerige Flüssigkeit dagegen unterscheidet sich dadurch von dem entsprechenden Destillate der gewöhnlichen Steinkohlen, daſs sie nicht vorwaltend kohlens. Ammoniak, sondern Essigsäure enthält; dessen ungeachtet enthält sie auch Ammoniak, denn wenn man etwas derselben mit Kalilauge langsam erhitzt, so wird in den entweichenden Dämpfen Curcumepapier deutlich gebräunt. In dieser Beziehung steht also diese Kohle dem Holze noch näher als viele Braunkohlen.

Beim Verbrennen bleiben 3 pCt. einer vollkommen weiſsen Asche zurück, die *kein Kali* enthält, und in der Alaunerde, Gyps, schwefelsaure Alaunerde und etwas Kieselerde nachgewiesen wurden; man suchte vergebens Eisenoxyd, salzsaure Salze, Schwefelcalcium u. s. w.

IV.

Über den Barometer- und Thermometerstand in Wien, nach achtjährigen Beobachtungen.

Die Resultate der an der hiesigen k. k. Sternwarte angestellten Beobachtungen des Luftdruckes und der Luftwärme werden zwar jährlich sowohl in mehreren öffentlichen hier erscheinenden Blättern als in den Annalen

der Sternwarte in einer kurzen Übersicht bekannt gemacht, und es dürfte darum überflüssig scheinen, dafs auch hier noch dieses Gegenstandes Erwähnung geschieht; allein weil solche Resultate, wie sie jedes einzelne Jahr gibt, nicht an und für sich im isolirten Zustande, sondern durch ihre Zusammenstellung und durch Vergleichung mit einander den eigentlichen Gewinn für die allgemeine oder örtliche Climatologie abgeben; so mag wohl doch eine solche Zusammenstellung den kleinen Platz, welchen sie einnimmt, verdienen.

Barometerstand in Pariser Zollen.

1. Jänner.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	27.540	28.080	26.960
1822.	27.496	27.997	27.085
1823.	27.572	28.095	26.900
1824.	27.691	28.189	26.820
1825.	27.665	28.281	27.260
1826.	27.664	27.949	27.226
1827.	27.446	27.893	26.984
1828.	27.737	28.322	27.122
Durchschnitt	27.601	28.100	27.045

2. Februar.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	27.770	28.400	27.270
1822.	27 943	28.309	27.632
1823.	27.371	27.815	26.518
1824.	27.602	28.185	27.025
1825.	27.706	28.071	26.970
1826.	27.779	27.909	27.423
1827.	27.793	28.167	27.153
1828.	27.550	27.939	27.100
Durchschnitt	27.689	28.099	27.136

3. März.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	27.380	27.730	26.800
1822.	27.809	28.302	27.092
1823.	27.538	27.911	27.018
1824.	27.443	27.931	26.768
1825.	27.734	28.152	27.179
1826.	27.575	28.113	27.098
1827.	27.444	27.871	27.052
1828.	27.440	27.864	26.966
Durchschnitt	27.545	27.984	26.996

4. April.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	27.430	27.880	26.940
1822.	27.632	27.930	27.294
1823.	27.486	27.915	27.100
1824.	27.520	28.000	27.005
1825.	27.639	27.923	27.247
1826.	27.509	27.763	26.996
1827.	27.595	27.913	27.104
1828.	27.469	28.000	26.989
Durchschnitt	27.535	27.918	27.109

5. Mai.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	27.570	27.830	27.190
1822.	27.611	27.950	27.200
1823.	27.631	27.936	27.330
1824.	27.549	27.898	27.198
1825.	27.611	27.809	27.220
1826.	27.398	27.533	27.174
1827.	27.453	27.652	27.147
1828.	27.509	27.793	27.253
Durchschnitt	27.541	27.800	27.214

6. Juni.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	27.530	27.750	27.220
1822.	27.966	27.977	27.422
1823.	27.515	27.760	27.198
1824.	27.495	27.768	27.008
1825.	27.605	27.795	27.308
1826.	27.569	27.699	27.295
1827.	27.461	27.633	27.254
1828.	27.597	27.765	27.282
Durchschnitt	27.592	27.768	27.249

7. Juli.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	27.590	27.900	27.400
1822.	27.579	27.802	27.355
1823.	27.618	27.841	27.298
1824.	27.673	27.918	27.453
1825.	27.645	27.842	27.389
1826.	27.488	27.707	27.300
1827.	27.641	27.824	27.440
1828.	27.444	27.621	27.148
Durchschnitt	27.585	27.809	27.348

8. August.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	27.640	27.940	27.310
1822.	27.659	27.876	27.368
1823.	27.700	27.890	27.486
1824.	27.559	27.824	27.495
1825.	27.584	27.802	27.321
1826.	27.568	27.809	27.370
1827.	27.537	27.866	27.323
1828.	27.501	27.747	27.046
Durchschnitt	27.593	27.844	27.377

9. September.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	27.570	27.810	27.180
1822.	27.699	27.896	27.227
1823.	27.684	28.002	27.248
1824.	27.671	28.000	27.270
1825.	27.605	27.842	27.200
1826.	27.544	27.806	27.191
1827.	27.663	27.931	27.334
1828.	27.641	27.914	27.375
Durchschnitt	27.635	27.900	27.253

10. October.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	27.670	28.000	27.170
1822.	27.628	27.965	27.130
1823.	27.596	27.960	27.120
1824.	27.488	27.882	26.916
1825.	27.726	28.098	26.615
1826.	27.580	27.778	27.209
1827.	27.542	27.853	27.030
1828.	27.723	28.100	27.321
Durchschnitt	27.619	27.954	27.064

11. November.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	27.690	28.060	27.120
1822.	27.768	28.162	27.302
1823.	27.793	28.122	27.230
1824.	27.499	27.830	27.035
1825.	27.496	27.842	26.923
1826.	27.413	27.797	26.792
1827.	27.573	27.883	27.048
1828.	27.704	28.128	27.420
Durchschnitt	27.592	27.978	27.109

12. December.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	27.470	28.070	26.490
1822.	27.801	28.145	27.208
1823.	27.598	28.140	27.295
1824.	27.633	28.060	27.140
1825.	27.490	27.809	27.240
1826.	27.527	27.960	27.023
1827.	27.650	28.067	27.136
1828.	27.757	28.215	27.345
Durchschnitt	27.591	28.058	27.109

Aus diesem Zahlenverzeichnisse läſst sich Einiges über den Gang des Luftdruckes in Wien näher bestimmen.

Der mittlere Luftdruck ist für die einzelnen Jahre folgender:

Jahr.	Luftdruck.	Jahr.	Luftdruck.
1821.	27.571	1825.	27.625
1822.	27.693	1826.	27.550
1823.	27.592	1827.	27.567
1824.	27.569	1828.	27.589

Durchschnitt aus allen Beobachtungen 27.594.

Der mittlere Luftdruck in den einzelnen Monaten ist im Februar am gröſsten, im April am kleinsten; der mittlere Stand im August ist, so weit die angeführten Beobachtungen reichen, dem mittleren Barometerstande vollkommen gleich. Daſs dieses ein zufälliges Zusammentreffen sey, dürfte kaum zu erwähnen Noth thun; indeſs scheint doch dieser Monat selbst bei einer kleineren Anzahl von Beobachtungen einen Druck zu geben, der dem Jahresdurchschnitte stets am nächsten kommt.

Die mittlere Variation des Luftdruckes, d. h. die

Differenz aus dem höchsten und tiefsten Barometerstande jedes Monates beträgt im Durchschnitte 0.758 Z. = 9 L. Die monatliche Variation ist im März am gröſsten, im Juli am kleinsten; sie steigt fast regelmäſsig vom Juli bis März, und nimmt eben so vom März bis Juli wieder ab. Folgende Tafel enthält diese Variation für jeden Monat:

Monat.	Variation.	Monat.	Variation.
Jänner . .	0.955 Z.	Juli . . .	0.461 Z.
Februar . .	0.963 »	August .	0.467 »
März . . .	0.988 »	September	0.647 »
April . . .	0.809 »	October .	0.890 »
Mai . . .	0.586 »	November	0.869 »
Juni . . .	0.519 »	December	0.949 »

Zu einer ähnlichen Übersicht über den monatlichen und jährlichen Gang der Wärme gelangt man mittelst folgender Tabellen:

Thermometerstand nach der 80theiligen Scale.

1. Jänner.

NB. Grade, welche kein Vorzeichen haben, sind als positiv anzusehen.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	1.00	8.5	— 7.5
1822.	1.63	6.5	— 3.8
1823.	— 5. 7	3.3	—13.6
1824.	0.55	9.5	— 7.0
1825.	1.93	8.5	— 3.5
1826.	— 4.88	3.5	—12.5
1827.	— 0.54	6.0	— 9.5
1828.	— 1.01	8.3	—11.5
Durchschnitt	— 0.88	6.76	— 8.61

2. Februar.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	— 0.93	8.5	— 6.0
1822.	2.26	11.8	— 3.0
1823.	0. 3	6.0	— 6.0
1824.	2.80	11.0	— 5.0
1825.	1.12	7.2	— 8.0
1826.	— 1.49	6.0	— 7.5
1827.	— 2.31	7.8	— 10.5
1828.	— 1.59	8.0	— 12.5
Durchschnitt	0.02	8.29	— 7.31

3. März.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	3.13	16.0	— 11.5
1822.	7.31	16.2	0.8
1823.	4. 6	15.3	— 1.5
1824.	3.97	15.1	— 2.5
1825.	1.91	16.5	— 5.5
1826.	4.75	14.5	0.0
1827.	5.38	15.0	— 0.5
1828.	4.73	13.0	— 5.0
Durchschnitt	4.47	15.20	— 3.41

4. April.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	10.23	18.5	4.5
1822.	9.82	20.3	1.5
1823.	8. 4	18.5	0.5
1824.	6.75	19.9	0.8
1825.	9.34	22.5	2.5
1826.	8.53	17.3	1.5
1827.	10.20	19.5	2.5
1828.	9.88	19.5	— 0.4
Durchschnitt	9.14	19.50	1.67

5. Mai.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	12.50	19.2	5.8
1822.	14.51	24.2	7.2
1823.	13. 6	24.5	6.0
1824.	12.59	20.5	6.2
1825.	11.32	24.0	2.5
1826.	10.89	20.8	2.0
1827.	14.44	28.8	8.0
1828.	13.15	21.2	6.8
Durchschnitt	12.88	22.27	5.56

6. Juni.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	12.64	20.0	6.0
1822.	17.77	26.3	11.5
1823.	13. 9	24.5	7.2
1824.	14.91	24.5	7.5
1825.	15.44	27.1	8.0
1826.	15.86	24.8	7.5
1827.	16.90	26.2	7.8
1828.	15.94	26.0	10.5
Durchschnitt	15.42	24.92	8.25

7. Juli.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	15.31	23.2	8.7
1822.	18.31	30.5	11.5
1823.	15. 7	25.3	6.0
1824.	16.93	29.0	10.0
1825.	16.52	26.4	8.3
1826.	18.48	27.0	13.0
1827.	18.78	27.0	14.3
1828.	17.77	27.0	11.5
Durchschnitt	17.23	26.92	10.41

8. August.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	16.01	22.2	9.3
1822.	16.60	26.8	12.0
1823.	16.9	24.8	10.7
1824.	16.49	26.5	10.5
1825.	15.12	23.8	10.5
1826.	18.83	26.5	14.0
1827.	15.71	28.0	7.6
1828.	15.11	22.0	11.0
Durchschnitt	16.35	25.07	10.70

9. September.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	13.76	20.5	7.0
1822.	13.48	23.0	7.5
1823.	13. 6	22.8	7.3
1824.	14.62	24.0	5.0
1825.	12.74	20.4	6.0
1826.	13.94	23.0	6.5
1827.	12.68	19.0	4.0
1828.	12.43	20.5	5.8
Durchschnitt	13.41	21.65	6.14

10. October.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	8.39	14.5	1.0
1822.	10.70	20.0	4.5
1823.	9. 1	18.3	2.0
1824.	9.43	16.5	2.8
1825.	6.80	15.0	1.8
1826.	9.40	15.5	4.5
1827.	9.34	16.5	— 0.5
1828.	7.29	18.2	— 2.0
Durchschnitt	8.81	16.81	1.76

11. November.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	5.60	14.0	— 1.8
1822.	4.11	12.0	— 5.5
1823.	3. 9	10.5	— 1.2
1824.	5.13	12.5	0.5
1825.	5.61	12.5	0.0
1826.	3.35	10.2	— 0.5
1827.	0.30	7.0	— 9.0
1828.	4.14	11.0	— 3.0
Durchschnitt	4.02	11.21	— 2.56

12. December.

Jahr.	Mittlerer.	Höchster.	Tiefster.
1821.	3.29	11.5	— 2.8
1822.	— 0.17	9.0	—10.0
1823.	1. 4	10.0	— 6.0
1824.	4.39	12.5	— 0.5
1825.	3.50	9.0	0.0
1826.	2.16	7.2	— 0.8
1827.	1.19	8.0	— 6.0
1828.	1.87	9.0	— 9.0
Durchschnitt	2.20	9.95	— 4.39

Mittlere Jahreswärme.

Jahr.	Temperatur.	Jahr.	Temperatur.
1821.	9.24	1825.	8.45
1822.	9.69	1826.	8.31
1823.	7.97	1827.	8.51
1824.	9.13	1828.	8.31

Allgemeines Mittel 8.70.

Aus dieser Zusammenstellung ersieht man, daſs die mittleren Temperaturen der einzelnen Jahre, so sehr

diese auch in Betreff des Gedeihens oder Fehlschlagens einzelner Früchte verschieden seyn mögen, nur sehr wenig von einander abweichen. Unter den acht Beobachtungsjahren hat das Jahr 1823 die geringste, das Jahr 1822 die gröſste mittlere Temperatur, aber der Unterschied beträgt nur 1°.72. Unter den mittleren Temperaturen der einzelnen Monate stimmt die des Octobers mit der mittleren Jahrestemperatur am nächsten überein. Nach dem achtjährigen Durchschnitte beläuft sich der Unterschied zwischen diesen beiden nur auf 0°.11; wenn man aber die mittlere Temperatur jedes einzelnen Jahres mit dem im October desselben Statt findenden mittleren Wärmegrade vergleicht, so fällt der Unterschied durchaus gröſser aus, doch kommt die Temperatur keines anderen Monates der mittleren Jahrestemperatur näher, als gerade die des Octobers. Die Wärme des Aprils, welche nach *v. Humboldt* auch mit der mittleren Jahreswärme nahe zusammenfallen soll, weicht in Wien stärker von derselben ab, als daſs man es für erlaubt halten könnte, beide als übereinstimmend anzunehmen; doch ist unter allen Monaten nach Ausschluſs des Octobers der April derjenige, dessen Temperatur der Jahrestemperatur am nächsten kommt. Es folgen überhaupt die einzelnen Monate nach Maſsgabe der Differenz zwischen der ihnen und dem ganzen Jahre entsprechenden Temperatur so auf einander: October, April, Mai, März, November, September, December, Juni, August, Juli, Februar, Jänner. Es wäre nicht uninteressant, von Orten, deren geographische Lage und andere die climatischen Verhältnisse bestimmende Umstände von einander stark abweichen, die Reihenfolge der Monate zu kennen, in welche diese nach Maſsgabe ihrer mittleren Temperatur im Vergleich mit der Jahrestemperatur gestellt werden müssen, und man würde daraus wahrschein-

lich manches ableiten können, das uns so lange unbekannt bleiben wird, als wir die Vertheilung der Wärme auf der Erde blofs aus dem Zuge der isothermen Linien entnehmen wollen. Für Wien und die mit der Hauptstadt in climatischer Hinsicht übereinstimmende Umgebung weicht die Temperatur des kältesten Monates von der mittleren Jahrestemperatur am meisten ab, und die Temperatur des heifsesten, des Juli, folgt nicht einmal unmittelbar darauf, sondern es geht noch der Februar als der nächst kälteste voraus. Nimmt man sich die Erlaubnifs, die Temperatur über dem jährlichen Mittel *Wärme*, die unter demselben *Kälte* zu nennen, so kann man sagen: In Wien und in der Umgebung ist die Kälte intensiver als die Wärme, aber letztere ist anhaltender als erstere. Sieben Monate des Jahres haben eine höhere Temperatur als die mittlere Jahreswärme ist, und nur in den übrigen fünf bleibt die Temperatur im Durchschnitt unter der jährlichen zurück.

Dafs dieser Umstand auf den Zustand unserer Vegetation von grofsem Einflusse ist, und defshalb Beachtung verdient, ist nicht zu läugnen, da man weifs, wie ganz verschieden in dieser Hinsicht eine mäfsig warme, aber anhaltende, und eine wärmere, aber nur kurz dauernde Zeit wirkt. Aus einer Vergleichuug der mittleren Jahrestemperatur mit der des heifsesten und kältesten Monates, die ich für vierzehn verschiedene Orte von der geographischen Breite 0° — 74° anstellte, ergab sich, dafs ein ähnliches Verhältnifs an den meisten Puncten der Erdoberfläche Statt finde. Mit diesen Beobachtungen steht eine nähere Berücksichtigung des Zeichens der jedem Monate entsprechenden Temperatur in Verbindung. Der mittlere Wärmegrad liegt den acht hier betrachteten Beobachtungsjahren gemäfs nur im Jänner unter dem Eispuncte (ist negativ), alle übrigen Monate

haben eine positive Mittelwärme. Berücksichtiget man jedes einzelne Jahr für sich, so findet man, dafs nur im Jänner fast jährlich der mittlere Wärmegrad unter dem Eispuncte liege; im Februar und December herrscht zwar meistens, aber doch nicht alljährlich eine Temperatur, die im Durchschnitt unter dem Eispuncte liegt. Die niedrigste Temperatur, so weit sie die Beobachtungen, welche nur täglich drei Mal angestellt werden, angeben, ist im Durchschnitt im Jänner, Februar, März und December durchaus negativ; in einzelnen Jahren liegt selbst die niedrigste monatliche Temperatur des Aprils, Octobers und Novembers unter dem Eispuncte.

So nahe auch die mittleren Wärmegrade der einzelnen Jahre mit einander übereinstimmen, so ist doch nicht in jedem Jahre die Wärme in die einzelnen Monate auf gleiche Weise vertheilt, und man erhält für denselben Monat aus Beobachtungen einzelner Jahre sehr verschiedene Mitteltemperaturen. Nach den hier besprochenen Beobachtungsresultaten ist die mittlere Temperatur des Septembers am meisten, die des Jänners am wenigsten beständig.

Keines der acht Beobachtungsjahre ist von der Art, dafs die Temperatur jedes seiner Monate gröfser oder kleiner wäre als die der übrigen, sondern in einem Jahre steht der eine, im anderen der andere Monat in Betreff seiner Mittelwärme im offenbaren Vor- oder Nachtheil gegen denselben Monat der anderen Jahre. Das Jahr 1822 steht aber doch in dieser Hinsicht oben an; denn in vier Monaten steht seine Temperatur im Vergleich zu der Temperatur derselben Monate der übrigen Jahre oben an, und nur ein Monat behauptet hierin den letzten Platz, und es ist bekannt, dafs gerade dieses Jahr durch seine besondere Fruchtbarkeit ausgezeichnet war.

V.

Über Reihen, deren Differenzenreihen wiederkehren;

von

Joseph L. Raabe.

Sind die auf einander folgenden Differenzen der Glieder einer Reihe gegeben, so ist man im Stande, jedes beliebige Glied, wie auch die Summe einer beliebigen Anzahl benachbarter Glieder derselben mit Hülfe der allgemein bekannten Formeln zu bestimmen. In dem besonderen Falle, wenn irgend eine Reihe der Differenzen, die man sich aus der vorgelegten Reihe ableitet, aus gleich grofsen Gliedern besteht, dergestalt, dafs die Glieder der nächst folgenden Differenzenreihe durchaus verschwinden, in welchem Falle die Reihe eine *arithmetische* genannt zu werden pflegt, läfst sich ihr allgemeines Glied wie auch ihre Summenformel durch einen geschlossenen Ausdruck darstellen. Aufser den arithmetischen Reihen gibt es aber noch andere, deren Differenzenreihen nie abbrechen, und dennoch für ihre allgemeinen Glieder wie auch für ihre Summenformeln geschlossene Ausdrücke gestatten, wozu jene Reihen gehören, deren Differenzenreihen, von irgend einer angefangen, sich periodisch wiederholen. Vorliegender Aufsatz beschäftiget sich mit der Entwickelung der Ausdrücke für die allgemeinen Glieder und Summenformeln solcher Reihen.

1) Für jede Reihe von Gröfsen

$$x_0, x_1, x_2, x_3, \ldots . x_n, x_{n+1}, \ldots .$$

hat man bekanntlich, wenn der Kürze wegen

$$\binom{n}{p} = \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)\ldots\ldots(n-p+1)}{1\;.\;2\;.\;3\;.\;4\;\ldots\ldots\ldots p}$$

gesetzt, und die allgemein übliche Bezeichnungsart der Differenzen beibehalten wird:

$$x_n = x_0 + \binom{n}{1}\Delta x_0 + \binom{n}{2}\Delta^2 x_0 + \binom{n}{3}\Delta^3 x_0 + \ldots$$

$$\ldots + \binom{n}{p}\Delta^p x_0$$

$$+ \binom{n}{p+1}\Delta^{p+1} x_0 + \binom{n}{p+2}\Delta^{p+2} x_0 + \binom{n}{p+3}\Delta^{p+3} x_0 + \ldots$$

$$\ldots + \binom{n}{2p}\Delta^{2p} x_0$$

$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + \Delta^n x_0.$$

Ist die vorgelegte Reihe von der Beschaffenheit, dafs ihre Differenzenreihen, von irgend einer Stelle angefangen, periodisch wiederkehren, so läfst sich dieser Ausdruck für x_n auf eine begrenzte Anzahl von Gliedern zusammenziehen.

Es sey nämlich bei der vorgelegten Reihe überhaupt die $(p+m)^{te}$ Differenzenreihe mit der p^{ten} identisch, so werden auch sämmtliche Differenzenreihen von der $(p+m)^{ten}$ bis zur $(p+2m)^{ten}$, so wie jene von der $(p+2m)^{ten}$ bis zur $(p+3m)^{ten}$, und allgemein jene von der $(p+(a-1)m)^{ten}$ bis zur $(p+am)^{ten}$ mit jenen, die innerhalb der p^{ten} und der $(p+m)^{ten}$ liegen, der Ordnung nach identisch. Man hat also die Gleichung

$$\Delta^{p+am+q}x_0 = \Delta^{p+q}x_0,$$

in welcher a jede ganze positive Zahl, die Nulle mitbegriffen, vorstellen kann, und $q<m$ gedacht wird.

Berücksichtiget man diese letzte Gleichung, so geht obiger Ausdruck für x_n in folgenden über:

$$
\left.
\begin{aligned}
x_n = x_0 + \binom{n}{1}\Delta x_0 + \binom{n}{2}\Delta^2 x_0 + \dots \\
\dots + \binom{n}{p-1}\Delta^{p-1} x_0 \\
+ \Big[\binom{n}{p} + \binom{n}{p+m} + \binom{n}{p+2m} + \dots \\
\dots + \binom{n}{p+am} + \dots\Big]\Delta^p x_0 \\
+ \Big[\binom{n}{p+1} + \binom{n}{p+m+1} + \binom{n}{p+2m+1} + \dots \\
\dots + \binom{n}{p+am+1} + \dots\Big]\Delta^{p+1} x_0 \\
+ \Big[\binom{n}{p+2} + \binom{n}{p+m+2} + \binom{n}{p+2m+2} + \dots \\
\dots + \binom{n}{p+am+2} + \dots\Big]\Delta^{p+2} x_0 \\
+ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\
+ \Big[\binom{n}{p+m-1} + \binom{n}{p+2m-1} + \binom{n}{p+3m-1} + \dots \\
\dots + \binom{n}{p+(a+1)m-1} + \dots\Big]\Delta^{p+m-1} x_0
\end{aligned}
\right\} \quad (1)
$$

2) Um also x_n durch einen geschlossenen Ausdruck geben zu können, muſs man die Coefficienten von $\Delta^p x_0$, $\Delta^{p+1} x_0$ etc., welche sich hier als Reihen darstellen, summiren.

Zu diesem Zwecke stelle $f_q(n)$ den Coefficienten von $\Delta^{p+q} x_0$ vor, wo q jede ganze Zahl von 0 bis $m-1$ bedeuten kann, so daſs

$$
f_q(n) = \binom{n}{p+q} + \binom{n}{p+q+m} + \binom{n}{p+q+2m} \\
+ \binom{n}{p+q+3m} + \dots \text{ ist.}
$$

Nimmt man m auf einander folgende Differenzen dieser Gleichung unter der Annahme $\Delta n = 1$, so wird die m^{te} Differenz folgende seyn:

$$f_q(n+m) - \binom{m}{1} f_q(n+m-1) + \binom{m}{2} f_q(n+m-2) - \ldots$$
$$\ldots + (-1)^m f_q(n) = f_q(n) + \binom{n}{g},$$

wo der Kürze wegen $p+q-m=g$ gesetzt worden ist.

Ist m eine ungerade Zahl, so geht die letzte Gleichung in folgende über:

$$f_q(n+m) - \binom{m}{1} f_q(n+m-1) + \binom{m}{2} f_q(n+m-2) - \ldots$$
$$\ldots - 2 f_q(n) = \binom{n}{g} \ldots (2)$$

und wenn m eine gerade Zahl ist, staltet sich diese Gleichung in folgende um:

$$f_q(n+m) - \binom{m}{1} f_q(n+m-1) + \binom{m}{2} f_q(n+m-2) - \ldots$$
$$\ldots - \binom{m}{1} f_q(n+1) = \binom{n}{g} \ldots (3)$$

Es handelt sich also blofs noch um die Integralien der Gleichungen (2) und (3).

3) Der Integration der Gleichung (2) mufs die Integration der Differenzengleichung

$$f_q(n+m) - \binom{m}{1} f_q(n+m-1) + \binom{m}{2} f_q(n+m-2)$$
$$- \binom{m}{3} f_q(n+m-3) + \ldots - 2 f_q(n) = 0 \ldots (4)$$

vorangehen.

Nimmt man für diese letzte Gleichung

$$f_q(n) = a^n,$$

wo a einstweilen noch unbestimmt und von n unabhängig gedacht wird, so hat man

$$f_q(n+1) = a^{n+1}, \quad f_q(n+2) = a^{n+2}, \text{ etc.}$$
$$f_q(n+m) = a^{n+m}.$$

Substituirt man diese Werthe in die Gleichung (4), so ergibt sich

$$a^m - \binom{m}{1} a^{m-1} + \binom{m}{2} a^{m-2} - \binom{m}{3} a^{m-3} + \ldots$$
$$\ldots + \binom{m}{1} a - 2 = 0$$

oder $(a-1)^m - 1 = 0.$

Weil hier m eine ungerade Zahl ist, so hat man, wenn

$$\alpha = \cos.\frac{2\pi}{m} + \sqrt{-1}\,\sin.\frac{2\pi}{m}$$

gesetzt wird, folgende Werthe für a:

$2,\ 1+\alpha,\ 1+\alpha^2,\ 1+\alpha^3,\ 1+\alpha^4,\ \ldots 1+\alpha^{m-2},\ 1+\alpha^{m-1},$
und das Integrale der Gleichung (4) ist deſshalb

$$f_q(n) =$$
$$= b_0 . 2^n + b_1(1+\alpha)^n + b_2(1+\alpha^2)^n + b_3(1+\alpha^3)^n + \ldots$$
$$\ldots + b_{m-1}(1+\alpha^{m-1})^n,$$

wo $b_0,\ b_1,\ b_2,\ b_3,\ \ldots b_{m-1}$ die m willkürlichen Constanten sind, welche das Integral der obigen Differenzengleichung enthalten muſs.

Um nun zum Integrale der Gleichung (2) zu gelangen, nehme man für diese Gleichung

$$f_q(n) =$$
$$= b_0 . 2^n + b_1(1+\alpha)^n + b_2(1+\alpha^2)^n + b_3(1+\alpha^3)^n + \ldots$$
$$\ldots + b_{m-1}(1+\alpha^{m-1})^n \ldots (5)$$

an, und denke sich die Gröſsen $b_0,\ b_1,\ b_2,\ b_3,\ \ldots$ als noch unbekannte Functionen von n, so wird

$$f_q(n+1) =$$
$$= b_0 . 2^{n+1} + b_1(1+\alpha)^{n+1} + b_2(1+\alpha^2)^{n+1} + b_3(1+\alpha^3)^{n+1} + \ldots$$
$$\ldots + b_{m-1}(1+\alpha^{m-1})^{n+1}$$
$$+ 2^{n+1}\Delta b_0 + (1+\alpha)^{n+1}\Delta b_1 + (1+\alpha^2)^{n+1}\Delta b_2 + (1+\alpha^3)^{n+1}\Delta b_3 + \ldots$$
$$\ldots + (1+\alpha^{m-1})^{n+1}\Delta b_{m-1}.$$

Läſst man nun

$$2^{n+1}\Delta b_0 + (1+\alpha)^{n+1}\Delta b_1 + (1+\alpha^2)^{n+1}\Delta b_2 + \ldots$$
$$\ldots + (1+\alpha^{m-1})^{n+1}\Delta b_{m-1} = 0 \ldots (6)$$

seyn, so hat man

$$f_q(n+1) =$$

$$= b_0 \cdot 2^{n+1} + b_1(1+a)^{n+1} + b_2(1+a^2)^{n+1} + b_3(1+a^3)^{n+1} + \ldots$$
$$\ldots + b_{m-1}(1+a^{m-1})^{n+1}.$$

Aus dieser Gleichung findet man, wenn man

$$2^{n+2} \cdot \Delta b_0 + (1+a)^{n+2} \Delta b_1 + (1+a^2)^{n+2} \Delta b_2 + \ldots$$
$$\ldots + (1+a^{m-1})^{n+2} \Delta b_{m-1} = 0 \ldots (7)$$

setzt:

$$f_q(n+2) =$$

$$= b_0 \cdot 2^{n+2} + b_1(1+a)^{n+2} + b_2(1+a^2)^{n+2} + b_3(1+a^3)^{n+2} + \ldots$$
$$\ldots + b_{m-1}(1+a^{m-1})^{n+2}.$$

Fährt man auf diese Weise in der Bestimmung von $f_q(n+3)$, $f_q(n+4)$ etc. fort, und substituirt man die erhaltenen Ausdrücke für $f_q(n)$, $f_q(n+1)$, $f_q(n+2)$ etc. in die Gleichung (2), so wird man nebst (6) und (7) noch folgende Gleichungen zur Bestimmung von b_0, b_1, b_2; b_3, ... erhalten:

$$2^{n+3} \Delta b_0 + (1+a)^{n+3} \Delta b_1 + (1+a^2)^{n+3} \Delta b_2 + \ldots$$
$$\ldots + (1+a^{m-1})^{n+3} \Delta b_{m-1} = 0$$

. . . .

$$2^{n+m-1} \Delta b_0 + (1+a)^{n+m-1} \Delta b_1 + (1+a^2)^{n+m-1} \Delta b_2 + \ldots$$
$$\ldots + (1+a^{m-1})^{n+m-1} \Delta b_{m-1} = 0$$

$$2^{n+m} \Delta b_0 + (1+a)^{n+m} \Delta b_1 + (1+a^2)^{n+m} \Delta b_2 + \ldots$$
$$\ldots + (1+a^{m-1})^{n+m} \Delta b_{m-1} = \binom{n}{g}.$$

Subtrahirt man von der zweiten dieser Gleichungen die erste, dann von der dritten die zweite, von der vierten die dritte u. s. w., so ergeben sich mit Beibehaltung der ersten Gleichung folgende Gleichungen:

$$2^{n+1} \Delta b_0 + (1+a)^{n+1} \Delta b_1 + (1+a^2)^{n+1} \Delta b_2 + \ldots$$
$$\ldots + (1+a^{m-1})^{n+1} \Delta b_{m-1} = 0$$

$$2^{n+1} \Delta b_0 + a(1+a)^{n+1} \Delta b_1 + a^2(1+a^2)^{n+1} \Delta b_2 + \ldots$$
$$\ldots + a^{m-1}(1+a^{m-1})^{n+1} \Delta b_{m-1} = 0$$

$$2^{n+2}\Delta b_0 + \alpha(1+\alpha)^{n+2}\Delta b_1 + \alpha^2(1+\alpha^2)^{n+2}\Delta b_2 + \ldots$$
$$\ldots + \alpha^{m-1}(1+\alpha^{m-1})^{n+1}\Delta b_{m-1} = 0$$

. . . .

$$2^{n+m-2}\Delta b_0 + \alpha(1+\alpha)^{n+m-2}\Delta b_1 + \alpha^2(1+\alpha^2)^{n+m-2}\Delta b_2 + \ldots$$
$$\ldots + \alpha^{m-1}(1+\alpha^{m-1})^{n+m-2}\Delta b_{m-1} = 0$$
$$2^{n+m-1}\Delta b_0 + \alpha(1+\alpha)^{n+m-1}\Delta b_1 + \alpha^2(1+\alpha^2)^{n+m-1}\Delta b_2 + \ldots$$
$$\ldots + \alpha^{m-1}(1+\alpha^{m-1})^{n+m-1}\Delta b_{m-1} = 0.$$

Zieht man ferner von der dritten dieser Gleichungen die zweite ab, dann von der vierten die dritte u. s. w., so erhält man mit Beibehaltung der beiden ersten des letzten Systems von Gleichungen ein neues System von m Gleichungen, welche die letzten ersetzen.

In diesem so erhaltenen Systeme von Gleichungen subtrahire man wiederum von der vierten die dritte, von der fünften die vierte u. s. w., so wird sich mit Beibehaltung der drei ersten Gleichungen des vorigen Systems ein neues System von m Gleichungen ergeben, welches das letztere ersetzen wird.

Fährt man auf diese Weise fort, so wird auch folgendes System von Gleichungen kommen müssen:

$$2^{n+1}\Delta b_0 + (1+\alpha)^{n+1}\Delta b_1 + (1+\alpha^2)^{n+1}\Delta b_2 + \ldots$$
$$\ldots + (1+\alpha^{m-1})^{n+1}\Delta b_{m-1} = 0$$
$$2^{n+1}\Delta b_0 + \alpha(1+\alpha)^{n+1}\Delta b_1 + \alpha^2(1+\alpha^2)^{n+1}\Delta b_2 + \ldots$$
$$\ldots + \alpha^{m-1}(1+\alpha^{m-1})^{n+1}\Delta b_{m-1} = 0$$
$$2^{n+1}\Delta b_0 + \alpha^2(1+\alpha)^{n+1}\Delta b_1 + \alpha^4(1+\alpha^2)^{n+1}\Delta b_2 + \ldots$$
$$\ldots + \alpha^{2(m-1)}(1+\alpha^{m-1})^{n+1}\Delta b_{m-1} = 0$$
$$2^{n+1}\Delta b_0 + \alpha^3(1+\alpha)^{n+1}\Delta b_1 + \alpha^6(1+\alpha^2)^{n+1}\Delta b_2 + \ldots$$
$$\ldots + \alpha^{3(m-1)}(1+\alpha^{m-1})^{n+1}\Delta b_{m-1} = 0.$$

. . . .

$$2^{n+1}\Delta b_0 + \alpha^{m-2}(1+\alpha)^{n+1}\Delta b_1 + \alpha^{(m-2)2}(1+\alpha^2)^{n+2}\Delta b_2 + \ldots$$
$$\ldots + \alpha^{(m-2)(m-1)}(1+\alpha^{m-1})^{n+1}\Delta b_{m-1} = 0$$
$$2^{n+1}\Delta b_0 + \alpha^{m-1}(1+\alpha)^{n+1}\Delta b_1 + \alpha^{(m-1)2}(1+\alpha^2)^{n+1}\Delta b_2 + \ldots$$
$$\ldots + \alpha^{(m-1)(m-1)}(1+\alpha^{m-1})^{n+1}\Delta b_{m-1} = \left(\frac{n}{g}\right).$$

Addirt man diese sämmtlichen Gleichungen, so erhält man

$$m \cdot 2^{n+1} \Delta b_0 = \binom{n}{g}.$$

Multiplicirt man ferner die erste dieser Gleichungen mit α^{m-1}, die zweite mit α^{m-2}, die dritte mit α^{m-3} u. s. w., die vorletzte mit α, und addirt man die so erhaltenen Gleichungen zur letzten, so hat man

$$m \cdot \alpha^{m-1} (1+\alpha)^{n+1} \Delta b_1 = \binom{n}{g}.$$

Multiplicirt man ferner die erste dieser Gleichungen mit $\alpha^{(m-1)2}$, die zweite mit $\alpha^{(m-2)2}$, die dritte mit $\alpha^{(m-3)2}$ u. s. w., die vorletzte mit α^2, und addirt sie zur letzten, so erhält man

$$m \cdot \alpha^{2(m-1)} (1+\alpha^2)^{n+1} \Delta b_2 = \binom{n}{g}.$$

Fährt man auf diese Weise fort durch ähnliche Multiplicatoren die Coefficienten von Δb_3 in allen Gleichungen identisch zu machen, dann die Coefficienten von Δb_4, Δb_5 u. s. w., und addirt man der Ordnung nach die so erhaltenen neuen Systeme von Gleichungen, so erhält man der Ordnung nach folgende Gleichungen:

$$m \cdot \alpha^{3(m-1)} (1+\alpha^3)^{n+1} \Delta b_3 = \binom{n}{g},$$

$$m \cdot \alpha^{4(m-1)} (1+\alpha^4)^{n+1} \Delta b_4 = \binom{n}{g},$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$m \cdot \alpha^{(m-1)(m-1)} (1+\alpha^{m-1})^{n+1} \Delta b_{m-1} = \binom{n}{g}.$$

Berücksichtiget man ferner, wie wir es bis jetzt gethan haben, dafs $\alpha^m = 1$ ist, so hat man statt der letzten Gleichungen auch folgende:

$$\Delta b_0 = \frac{1}{2m} 2^{-n} \binom{n}{g},$$

$$\Delta b_1 = \frac{\alpha}{m(1+\alpha)} (1+\alpha)^{-n} \binom{n}{g},$$

$$\Delta b_2 = \frac{a^2}{m(1+a^2)} (1+a^2)^{-n} \binom{n}{g},$$

$$\Delta b_3 = \frac{a^3}{m(1+a^3)} (1+a^3)^{-n} \binom{n}{g},$$

. . . .

$$\Delta b_{m-1} = \frac{a^{m-1}}{m(1+a^{m-1})} (1+a^{m-1})^{-n} \binom{n}{g}.$$

Durch Integration hat man

$$\Sigma c^{-n} \binom{n}{g} = \frac{c}{1-c} c^{-n} \binom{n}{g} - \frac{1}{1-c} \Sigma c^{-n} \binom{n}{g-1},$$

wo c was immer für eine Constante bedeutet.

Läſst man in dieser letzten Gleichung nach und nach g in $g-1$, $g-2$, $g-3$ etc. übergehen, so gelangt man zur Gleichung

$$\Sigma c^{-n} \binom{n}{g} = \frac{c^{-n+1}}{1-c} \Big[\binom{n}{g} - \frac{1}{1-c} \binom{n}{g-1} + \frac{1}{(1-c)^2} \binom{n}{g-2} - \ldots$$

$$\ldots + \frac{(-1)^{g-1}}{(1-c)^{g-1}} \binom{n}{1} + \frac{(-1)^g}{(1-c)^g} \Big] + \text{Const.}$$

Mit Hülfe dieser Gleichung ergibt sich

$$b_0 = -\frac{1}{m \cdot 2^n} \Big[\binom{n}{g} + \binom{n}{g-1} + \binom{n}{g-2} + \ldots$$

$$\ldots + \binom{n}{1} + 1 \Big] + c_0,$$

$$b_1 = -\frac{1}{m(1+a)^n} \Big[\binom{n}{g} + \frac{1}{a} \binom{n}{g-1} + \frac{1}{a^2} \binom{n}{g-2} + \ldots$$

$$\ldots + \frac{1}{a^{g-1}} \binom{n}{1} + \frac{1}{a^g} \Big] + c_1,$$

$$b_2 = -\frac{1}{m(1+a^2)^n} \Big[\binom{n}{g} + \frac{1}{a^2} \binom{n}{g-1} + \frac{1}{a^4} \binom{n}{g-2} + \ldots$$

$$\ldots + \frac{1}{a^{2(g-1)}} \binom{n}{1} + \frac{1}{a^{2g}} \Big] + c_2,$$

. . . .

$$b_{m-1} = -\frac{1}{m(1+a^{m-1})^n} \Big[\binom{n}{g} + \frac{1}{a^{m-1}} \binom{n}{g-1} + \frac{1}{a^{2(m-1)}} \binom{n}{g-2} + \ldots$$

$$\ldots + \frac{1}{a^{(m-1)(g-1)}} \binom{n}{1} + \frac{1}{a^{(m-1)g}} \Big] + c_{m-1},$$

in welchen Gleichungen $c_0, c_1, c_2, c_3, \ldots$ unbestimmte Constanten sind.

Substituirt man diese Werthe von $b_0, b_1, b_2, \ldots$ in die Gleichung (5), so hat man

$$\left.\begin{aligned} f_q(n) = c_0 . 2^n + c_1(1+\alpha)^n + c_2(1+\alpha^2)^n + \ldots \\ \ldots + c_{m-2}(1+\alpha^{m-2})^n + c_{m-1}(1+\alpha^{m-1})^n \\ - \left[\binom{n}{g} + \binom{n}{g-m} + \binom{n}{g-2m} + \ldots\right] \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

welche Gleichung das vollständige Integrale der Differenzengleichung (2) vorstellt.

Ganz auf dieselbe Art findet man das Integrale der Gleichung (3); es hat dieselbe Form wie das so eben gefundene, nur kommt daselbst, weil in der Differenzengleichung (3) m eine gerade Zahl, daher

$$\alpha^{\frac{m}{2}} = -1 \quad \text{und} \quad 1 + \alpha^{\frac{m}{2}} = 0$$

ist, ein Glied weniger vor, als m Einheiten enthält.

4) Nachdem nun die Form der Function $f_q(n)$ bestimmt wurde, liegt auch die Form des Ausdruckes für x_n am Tage. Es ist nämlich, weil in der Gleichung (1) die Gröfsen

$$x_0,\ \Delta x_0,\ \Delta^2 x_0, \ldots \Delta^{p-1} x_0,\ \Delta^p x_0, \ldots$$

constante sind:

$$\left.\begin{aligned} x_n = a_0 + a_1 n + a_2 n^2 + a_3 n^3 + a_4 n^4 + \ldots \\ \ldots + a_{p-1} n^{p-1} \\ + b_0 . 2^n + b_1(1+\alpha)^n + b_2(1+\alpha^2)^n + b_3(1+\alpha^3)^n + \ldots \\ \ldots + b_{m-1}(1+\alpha^{m-1})^n \end{aligned}\right\} \quad (9)$$

in welcher Gleichung $a_0\, a_1\, a_2 \ldots b_0\, b_1\, b_2 \ldots$ willkürliche Constanten bedeuten, die in jedem besondern vorgelegten Falle gehörig bestimmt werden müssen, ferner $\alpha = \cos.\frac{2\pi}{m} + \sqrt{-1}\,\sin.\frac{2\pi}{m}$ ist, m den Umfang der Periode der Differenzenreihen ausdrückt, und endlich p

den Zeiger der Differenzenreihe vorstellt, mit welcher die Periode beginnt.

5) Was die Summe einer Reihe betrifft, deren allgemeines Glied obiger Ausdruck für x_n ist, sey

$$S_n = x_0 + x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_n,$$

so ist $S_n = \Sigma x_{n+1}$;

und wenn für x_{n+1} der Werth aus der Gleichung (9) gesetzt wird:

$$S_n = a_0 \Sigma 1 + a_1 \Sigma(n+1) + a_2 \Sigma(n+1)^2 + a_3 \Sigma(n+1)^3 + \ldots$$
$$\ldots + a_{p-1} \Sigma (n+1))^{p-1}$$
$$+ b_0 \Sigma 2^{n+1} + b_1 \Sigma(1+a)^{n+1} + b_2 \Sigma(1+a^2)^{n+1} + b_3 \Sigma(1+a^3)^{n+1} + \ldots$$
$$\ldots + b_{m-1} \Sigma (1 + a^{m-1})^{n+1}.$$

Nun ist allgemein, wenn q eine von n independente Gröſse ist:

$$\Sigma(n+1)^q = c_0(n+1)^{q+1} + c_1(n+1)^q + c_2(n+1)^{q-1} + \text{etc.}$$

$$\text{und} \quad \Sigma q^{n+1} = \frac{1}{q-1} q^{n+1},$$

daher wird man haben

$$S_n = c_0 + c_1 n + c_2 n^2 + c_3 n^3 + \ldots + c_p n^p$$
$$+ k_0 \cdot 2^n + k_1 (1+a)^n + k_2 (1+a^2)^n + \ldots$$
$$\ldots + k_{m-1} (1 + a^{m-1})^n,$$

in welcher Gleichung $c_0, c_1, c_2, \ldots k_0, k_1, k_2, \ldots$ willkürliche Constanten sind, die in jedem besondern Falle gehörig bestimmt werden müssen.

6) Addirt oder subtrahirt man je zwei correspondirende Glieder zweier Reihen, deren Differenzen periodisch sind, so erhält man eine neue Reihe, deren Differenzen ebenfalls periodisch sind; die Ausdehnung der Periode, wie der Zeiger, welcher anzeigt, bei welcher Differenz die Periode beginnt, lassen sich durch die analogen Gröſsen der beiden vorgelegten Reihen ausmitteln.

Bezeichnet man nämlich die beiden vorgelegten Rei-

ben durch (I), (II), dann der Ordnung nach die Zeiger der Differenzenreihen, bei welcher die Perioden in den beiden Reihen beginnen, durch p^{I}, p^{II}, und die Zahlen, welche die Gröfse der Perioden ausdrücken, durch m^{I}, m^{II}, so wird in der neu gebildeten Reihe die Periode bei der Differenzenreihe p^{I} oder p^{II} beginnen, je nachdem $p^{I} > p^{II}$ oder $p^{I} < p^{II}$ ist.

Sind m^{I} und m^{II} relative Primzahlen, so ist die Zahl, welche die Gröfse der Periode der neu gebildeten Reihe ausdrückt, gleich dem Producte $m^{I} . m^{II}$, in jedem andern Falle ist sie dem kleinsten gemeinschaftlichen Vielfachen der beiden Zahlen m^{I}, m^{II} gleich.

Multiplicirt man hingegen die correspondirenden Glieder zweier Reihen, deren Differenzenreihen sich wiederholen, mit einander, so erhält man eine neue Reihe, die diese Eigenschaft nicht mehr besitzt.

Wir wollen dieses der leichtern Übersicht wegen bei einem besondern Falle zeigen.

Es sey

$$y_n = A_0 . 2^n + A_1 (1 + \alpha)^n + A_2 (1 + \alpha^2)^n$$

das allgemeine Glied einer Reihe, deren Periode dreistellig ist, und die zugleich mit der Hauptreihe beginnt; ferner

$$y'_n = B_0 . 2^n + B_1 (1 + \alpha)^n + B_2 (1 + \alpha^2)^n$$

das allgemeine Glied einer andern Reihe, die dieselbe Eigenschaft wie die vorige hat; so ist das allgemeine Glied der neu gebildeten Reihe

$$\begin{aligned} y_n y'_n = A_0 B_0 . 2^{2n} &+ (A_0 B_1 + A_1 B_0)\, 2^n (1 + \alpha)^n \\ &+ (A_0 B_2 + A_2 B_0)\, 2^n (1 + \alpha^2)^n \\ + A_1 B_1 (1 + \alpha)^{2n} &+ A_2 B_2 (1 + \alpha^2)^{2n} \\ &+ (A_1 B_2 + A_2 B_1)(1 + \alpha)^n (1 + \alpha^2)^n . \end{aligned}$$

Nun wollen wir blofs von einem der Theile, die sich rechter Hand des Gleichheitszeichens befinden, die

m^{te} Differenz suchen, z. B. von $A_0 B_0 . 2^{2n}$. Man findet
$\Delta^m A_0 B_0 . 2^{2n} = A_0 B_0 . 2^{2n} (2^2 - 1)^m = 3^m A_0 B_0 . 2^{2n}$.

Da 3^m, wenn für m der Ordnung nach die natürlichen Zahlen 0, 1, 2, 3, ... gesetzt werden, immer größsere und gröſsere Werthe annimmt, so ist klar, daſs 3^m bei einem gröſsern Werthe von m nie einem Werthe von 3^m gleich kommen kann, der einem kleinern Werthe von m entspricht, mithin kann man unter den folgenden Differenzen von $A_0 B_0 . 2^{2n}$ nie auf einen Ausdruck kommen, der in einer frühern Differenz da war; ein Ähnliches kann von den übrigen Theilen, die sich rechter Hand der obigen Gleichung befinden, nachgewiesen werden, daher ist das oben Ausgesprochene bestätiget.

Der letzte Umstand kann dazu benützt werden, das allgemeine Glied und die Summe einer Reihe, deren Differenzreihen an gar kein Gesetz gebunden zu seyn scheinen, wenn sie sich nur in zwei andere dergestalt zerlegen läſst, daſs das Product je zweier correspondirender Glieder der letzteren Reihen ein correspondirendes Glied der ersten gibt, zu finden. Wäre z. B. folgende Reihe von Zahlen

1, 6, 30, 121, 462, 1806, 7225, ...

vorgelegt, und wollte man diese Reihe nach demselben Gesetze fortsetzen, welches bereits in den gegebenen Zahlen herrscht, so wäre dieſs mittelst der Differenzreihen dieser Zahlen unmöglich, denn man kann an denselben gar keinen regelmäſsigen Fortgang wahrnehmen.

Multiplicirt man aber die correspondirenden Glieder folgender zwei Reihen

1, 2, 5, 11, 22, 43, 85, ...
1, 3, 6, 11, 21, 42, 85, ...

so erhält man die analogen Glieder der vorgelegten Reihe.

Diese beiden Reihen sind periodisch, und zwar ist in beiden die Periode dreistellig und beginnt mit den Reihen selbst.

Wenn daher y_n das allgemeine Glied der ersten, und y'_n das der letzten dieser beiden Reihen anzeigt, so hat man

$$y_n = A_0 \cdot 2^n + A_1 (1+\alpha)^n + A_2 (1+\alpha^2)^n,$$
$$y'_n = B_0 \cdot 2^n + B_1 (1+\alpha)^n + B_2 (1+\alpha^2)^n,$$

wo $\alpha = \cos.\frac{2\pi}{3} + \sqrt{-1}\sin.\frac{2\pi}{3}$ ist, und A_0, A_1, A_2, B_0, B_1, B_2 sind constante Gröfsen, die wir sogleich bestimmen werden.

Da nämlich $y_0 = 1$, $y_1 = 2$, $y_2 = 5$ ist, so hat man folgende drei Gleichungen zur Bestimmung von A_0, A_1, A_2:

$$1 = A_0 + A_1 + A_2,$$
$$2 = 2A_0 + A_1(1+\alpha) + A_2(1+\alpha^2),$$
$$5 = 4A_0 + A_1(1+\alpha)^2 + A_2(1+\alpha^2)^2,$$

woraus

$$A_0 = \tfrac{4}{3},\quad A_1 = \frac{\alpha}{3},\quad A_2 = \frac{\alpha^2}{3}$$

folgt.

Eben so findet man

$$B_0 = \tfrac{4}{3},\quad B_1 = \frac{\alpha^2}{3},\quad B_2 = \frac{\alpha}{3},$$

daher ist

$$y_n = \frac{2^{n+2} + \alpha(1+\alpha)^n + \alpha^2(1+\alpha^2)^n}{3},$$

$$y'_n = \frac{2^{n+2} + \alpha^2(1+\alpha)^n + \alpha(1+\alpha^2)^n}{3}.$$

Wenn also das allgemeine Glied unserer vorgelegten Reihe mit u_n belegt wird, so ist $u_n = y_n y'_n$,

mithin

$$u_n = \frac{1}{9}\left[2^{2n+4} - 2^{n+2}\left[(1+\alpha)^n + (1+\alpha^2)^n\right] + \alpha^n + \alpha^{2n} - 1\right].$$

Berücksichtiget man, dafs

$$\alpha = \frac{-1+\sqrt{-3}}{2} \quad \text{und} \quad \alpha^2 = \frac{-1-\sqrt{-3}}{2}$$

ist, so hat man auch

$$u_n = \frac{1}{9}\Big[2^{2n+4} - (2^{n+2} - (-1)^n) \times \times \Big[\Big(\frac{1+\sqrt{-3}}{2}\Big)^n + \Big(\frac{1-\sqrt{-3}}{2}\Big)^n\Big] - 1\Big].$$

VI.
Fortschritte der Physik in der neuesten Zeit.

A. Magnetismus.

1. Magnetisiren durch das Licht. Von *Zantedeschi.*

(Bibl. univ. Mai 1829, p. 64.)

Die Magnetisirung durch das Licht ist seit dem Jahre 1812, wo *Morichini* zuerst seine Versuche über diesen Gegenstand anstellte, der physikalische Proteus, der immer wieder unter einer neuen Gestalt erscheint und die Aufmerksamkeit der Gelehrten auf einige Zeit in Anspruch nimmt, ohne dafs es ihm, wie es scheint, bis jetzt geglückt ist, sich irgend wo ganz einheimisch zu machen, woran wohl der Umstand Schuld ist, dafs das angegebene Verfahren nicht Jedermann zu einem glücklichen Erfolg führte, wenn auch einzelne Physiker so glücklich waren, unzweideutige Beweise der magnetischen Einwirkung des Lichtes zu erfahren. *Zantede-*

schi tritt nun mit neuen Versuchen dieser Art auf, er lehrt zugleich die Art und Weise, sie anzustellen, und gibt an, was nach seiner Meinung die Ursache des Mifslingens eines magnetischen Versuches seyn kann.

Er führte einen Sonnenstrahl mittelst eines Heliostats in ein verfinstertes Zimmer, bewirkte auf die gewöhnliche Weise die Zerstreuung des Lichtes, so dafs das Farbenbild eine horizontale Lage hatte, und stellte in den violetten Theil desselben in einer auf den magnetischen Meridian senkrechten Richtung das Ende der Drähte, welche er magnetisiren wollte.

Die Resultate, welche er erhielt, sind folgende:

1) Ein 4 Zoll langer und $^1/_4$ L. dicker, wohl polirter Draht aus weichem Eisen erhielt in der angegebenen Lage innerhalb 5 Minuten an dem im violetten Lichte befindlichen Ende einen Nordpol. Nach Verlauf von 8 Minuten zeigte der Draht vor einer Magnetnadel zwei deutliche Pole.

2) Zwei ähnliche Drähte aus weichem Eisen wurden auf gleiche Weise dem weifsen Lichte ausgesetzt. Nach Verlauf von 5 M. hatten die zwei Enden, welche sich im Lichte befanden, einen Nordpol, doch verschwanden diese wieder nach einigen Minuten. In beiden Fällen wurde genaue Sorge getragen, um sich zu überzeugen, dafs die Drähte nicht schon vorläufig magnetisch waren.

3) Der violette Strahl kehrte die deutlich ausgesprochenen Pole eines weichen Eisendrahtes um, und brauchte 6 oder 7 Minuten dazu, um die Pole eines Drahtes, der an beiden Enden schwach abstofsend auf den Pol eines Magnetes wirkte, zu entwickeln.

4) Als eine Magnetnadel in die rothen, gelben, orangefarbnen und grünen Strahlen gebracht, und nach Verlauf von 6 — 7 M. die Natur und Stärke ihrer Pole

untersucht wurde, zeigte sich daran keine Veränderung; eben so wenig bemerkte man an einer Nadel, die keinen merklichen Magnetismus besafs, eine Veränderung.

5) Ein mit einer Oxydhaut überzogener, stark magnetischer Eisendraht wurde mit seinem Südpole in violettes Licht gebracht. Nach 3 Minuten war der Südpol in einen Nordpol umgeändert.

6) Ein gut polirter und magnetisirter Draht aus weichem Eisen wurde an beiden Enden dem violetten Strahle Preis gegeben, und erhielt in 10 Min. an jedem Ende einen Nordpol.

7) An einem oxydirten Eisendrahte erlangte man dieselbe Wirkung innerhalb 5 Min.

Die Dimensionen aller dieser Metallstäbchen stimmten mit denen des ersten vorhin angegebenen überein.

Alle diese Versuche wurden öfters wiederholt, und gaben stets dieselben Resultate, nur mufsten dabei gewisse Vorsichten gebraucht werden, ohne deren Beachtung man umsonst einen glücklichen Erfolg erwartet. *Zantedeschi* gibt folgende an:

1) Eisendrähte aus schwefelhältigem Erze bereitet lassen sich auf diesem Wege nicht magnetisiren, eben so wenig stark gehärtetes Eisen; doch gelang es *Zantedeschi*, in letzterem manchmal schwache Spuren von Magnetisirung hervorzubringen.

2) Bei niederer oder nur geringer Temperatur, wie z. B. bei $-6°$ *R.*, $0°$, $+10°$ erhält man nur zweideutigen Magnetismus; die Vernichtung der Pole einer Magnetnadel mittelst des Lichtes gelang in solchen Verhältnissen nie, während bei 16, 25 bis 26° *R.* sehr überraschende Phänomene eintreten.

3) Etwas dicke Drähte werden nur schwer deutlich magnetisch.

4) Führt man den violetten Strahl von der Mitte ei-

ner Nadel gegen ihr Ende hin, so erhält man nur schwache und unsichere magnetische Erscheinungen.

Zantedeschi behauptet, mittelst eines Multiplicators schwache electrische Ströme vom rothen zum violetten Strahle wahrgenommen zu haben, und untersuchte, ob die genannten Wirkungen nicht etwa von diesen herrühren; doch überzeugte er sich, dafs dieses nicht der Fall seyn könne, weil sonst ein Eisenstab im violetten Strahle einen Südpol erlangen müfste, während die Versuche zeigen, dafs er einen Nordpol bekommt. Auch von einer ungleichen Erwärmung der verschiedenen Stellen des Eisens kann diese Wirkung nicht herrühren, weil auch, wenn darin der wahre Grund läge, an dem Theile, welcher den violetten Strahlen ausgesetzt ist, ein Südpol hervorgehen müfste; auch könnte keine Magnetisirung eintreten, wenn die Temperatur am ganzen Drahte dieselbe ist, die doch nicht unterblieb, als beide Enden des Eisenstäbchens sich im violetten Lichte befanden. Auch fand *Zantedeschi*, dafs selbst in dem Falle, wo man den vom violetten Lichte beschienenen Theil in eine Temperatur brachte, welche niederer war als die des Mittels, eine, wiewohl schwächere, Magnetisirung zu Stande kam.

Alles dieses bestärkte *Zantedeschi* in der Meinung, dafs die violetten Strahlen chemisch wirken. Dazu kommen aber nach *Zantedeschi's* Meinung noch folgende Gründe: Die Verbindungen des Eisens mit Kohlenstoff, aber nicht die mit Schwefel, nehmen den Magnetismus an; oxydirte Stäbe werden schneller magnetisch als nicht oxydirte, und der magnetische Einflufs der violetten Strahlen wächst mit der Temperatur, sinkt mit ihr, und verschwindet gänzlich.

Zantedeschi versuchte es auch, um diese seine Ansichten noch näher zu prüfen, mit Kerzen- und Mond-

licht ähnliche Wirkungen hervorzubringen. Mittelst ersterem gelang es ihm an einer den violetten Strahlen ausgesetzten Nadel nach Verlauf von $^3/_4$ Stunden eine schwache Magnetisirung hervorzubringen, aber mittelst Mondeslicht konnte er es zu keinem glücklichen Erfolg bringen, jedoch machte er seine Versuche bei einer Temperatur, die nicht über 5° *R.* war.

Zantedeschi schliefst seine Abhandlung mit der Überzeugung, dafs Physiker, die nach seiner Angabe verfahren, durch den Einflufs des violetten Lichtes bleibenden Magnetismus erzeugen werden, wenn ihnen auch nicht der heitere Himmel Italiens zu Gebote steht.

2. Einflufs des Sonnenlichtes auf schwingende Magnete. Von *Christie.*

(Phil. trans 1828. *P. II.*, *p.* 379.*)*

Es ist den Lesern dieser Zeitschrift wohl bekannt, dafs *Christie* schon im Jahre 1826 einen besondern, vom früher besprochenen verschiedenen Einflufs des Lichtes auf Magnete gefunden haben will, welcher darin besteht, dafs der Ausschlagwinkel einer oscillirenden Magnetnadel durch das Licht vermindert wird, so dafs dieser Winkel nach einer bestimmten Anzahl von Oscillationen stets kleiner ausfällt, wenn die Oscillationen im directen Sonnenlichte vor sich gehen, als wenn dieses im Schatten geschieht, ungeachtet der anfängliche Ausschlagwinkel in beiden Fällen gleich grofs ist. Wenn auch dieser Einflufs selbst aufser Zweifel gesetzt ist, so gilt dieses doch nicht auch von der Natur der ihn erzeugenden Ursache, und es dürfte keineswegs als ausgemacht angesehen werden, dafs die Sonnenstrahlen eine magnetische Wirkung auf die Oscillationen einer Magnetnadel ausüben, indem sich die Phänomene, welche dahin zu deuten scheinen, auch aus einer blofsen von

den Sonnenstrahlen erzeugten mechanischen Ursache erklären lassen. *Christie* fühlte selbst die Lücken seiner ersteren Arbeit über diesen Gegenstand, und meinte insbesondere, es sey zur völligen Begründung seiner Behauptung, dafs der genannte Einflufs des Lichtes magnetischer Natur sey, noch nothwendig, Versuche mit magnetischen und unmagnetischen Nadeln von gleichem Gewichte und in verschiedenfarbigem Lichte anzustellen. Wiewohl auf den letzteren Umstand und auf mehrere andere schon in einer früheren Arbeit (Bd. 3, S. 157) über diesen Gegenstand besondere Rücksicht genommen wurde, so soll doch auch von *Christie's* neueren Versuchen dieser Art das Nöthige mitgetheilt werden, um dem Leser eine Übersicht über den Gang der Bestrebungen der Physiker überhaupt zu verschaffen, und ihm zur eigenen Beurtheilung der Sache die nöthigen Materialien in die Hand zu liefern.

Bei den Versuchen *Christie's*, von denen hier die Rede ist, wurde, wie bei seinen früheren, die leicht aufgehängte Nadel um 90° vom Stande ihres Gleichgewichtes entfernt, dann sich selbst überlassen, und hierauf der Ausschlagwinkel nach Verlauf der 100sten Oscillation beobachtet. Jeder Versuch wurde mehrmal, und zwar ein Mal im Schatten, ein Mal im directen Sonnenlichte, in verschiedenfarbigem Lichte und bei verschiedenen Temperaturen vorgenommen, und aus allen der Unterschied in dem Ausschlagwinkel, welcher unter verschiedenen Umständen zuletzt Statt fand, beobachtet. Dabei wurde stets *eine Nadel* von 252 1/4 Gr. gebraucht.

Die ganze Arbeit besteht aus sechs Theilen, und in jedem derselben wurde auf einen anderen Umstand besondere Rücksicht genommen. Diese folgen hier in der Ordnung, wie sie im Originale enthalten sind, aber

mit Hinweglassung der Tabellen, welche die numerischen Ergebnisse der Versuche enthalten.

1. Zuerst wurde die Schwingung einer Magnetnadel mit einer unmagnetischen verglichen. Beide bestanden aus Stahl und hatten dieselbe Gestalt und dasselbe Gewicht, jede war 6 Z. lang, in der Mitte 1.5 Z. breit, und an den Enden abgerundet. Sie hingen am Kupferdraht, und dieser hatte bei der unmagnetischen Nadel eine solche Elasticität, daſs dieselbe dadurch nahe eben so schnell oscillirte, wie die magnetische durch den Erdmagnetismus. Alles Metall wurde auf mehrere Fuſs entfernt.

Drei Versuche gaben im Durchschnitte folgende Resultate: Die magnetische Nadel hatte nach der 100ten Schwingung einen Ausschlag von 31°.4, wenn sie im Schatten, und von 16°.5, wenn sie in der Sonne oscillirte, demnach tritt ein Winkelunterschied von 14°.9 ein. Die Temperatur im Schatten war 57°.8 *F.*, in der Sonne 107°.3, mithin ein Unterschied von 49°.5.

Bei der unmagnetischen Nadel hingegen fand folgendes Statt: Der letztere Ausschlagwinkel im Schatten betrug 26°.1, in der Sonne 18.8, mithin eine Differenz von 7°:3. Die Temperatur im Schatten 65°, in der Sonne 116°.7, mithin die Differenz 51°.7.

Daraus folgert *Christie*, daſs die Wirkung der Sonnenstrahlen, die Oscillationsweite zu vermindern, für eine magnetische Nadel gröſser ist als für eine nicht magnetische. Merkwürdig ist es, daſs die Sonnenstrahlen einige Zeit brauchten, um ihre volle Wirkung hervorzubringen, und *Christie* meint selbst, es rühre dieses von der erwärmenden Wirkung der Sonnenstrahlen her.

2. Es wurden die Schwingungen von vier Nadeln mit einander verglichen, wovon die erste stählern und magnetisch, die zweite stählern und unmagnetisch, die

dritte kupfern, die vierte gläsern war. Die Versuchsresultate sind folgende:

	Ausschlags-differenz.	Temperatur im Schatten	Temperatur in der Sonne.	Differenz.
Magnetische Stahlnadel	12°.75	85°.7	152°.4	66°.7
Unmagnet. Stahlnadel .	7°.31	75°.3	148°.3	73°
Kupferne Nadel . . .	5°.08	80°	139°	59°
Gläserne Nadel . . .	6°.34	74°.2	132°.2	58°

Die Schlüsse, welche man hieraus ziehen kann, fallen von selbst in die Augen.

3. Es wurden die Oscillationen derselben Magnetnadel in zwei verschiedenen Jahrszeiten mit einander verglichen. Die zuerst erwähnten Versuche wurden im April angestellt; als sie im Juli wiederholt wurden, fand man folgendes:

	Ausschlags-differenz.	Temperatur im Schatten.	Temperatur in der Sonne.	Differenz.
April . . .	14°.9	57°.8	107°.3	49°.5
Juli . . .	11°.5	83°.3	146°.45	63°.35

Demnach ist die Wirkung der Sonnenstrahlen im April gröfser als im Juli, und doch ist in letzterem die Intensität des Lichtes bedeutend stärker.

4. Es wurde nun die oscillirende Magnetnadel im Schatten, im Sonnenlichte von natürlicher Dichte, unter einem rothen Glase, unter Einflufs des von einer Sammellinse concentrirten Lichtes, und zwar mit rothem und blauem Glase beobachtet. Dabei befand sich die Magnetnadel in einer cylindrischen Büchse von 9 Z. Durchmesser, und die 6 Z. lange Nadel war an beiden Enden durch eine steife Borste verlängert, die als Zeiger diente, und die Bewegung der durch das farbige Deckelglas nur schwach sichtbaren Magnetnadel anzeigte. Die Temperatur des Gehäuses gab ein darin befindliches Weingeistthermometer an. Die Linse hatte

eine Öffnung von 11 Z. Die Ergebnisse der Versuche sind folgende:

	Letzter Ausschlagwinkel.	Temperatur des Gehäuses.
Im Schatten	20°.1	90°.7
In der Sonne	9°.7	121°.6
Unter einem rothen Glase	12°.8	119°.5
Unter dem Brennpuncte der Linse	5°.8	148°.5
Unter Einfluſs der Linse und eines rothen Glases	12°.9	162°.9
Unter Einfluſs der Linse und eines blauen Glases	15°.5	162°.9

Aus diesen Versuchen geht hervor, daſs die Verminderung des Ausschlagwinkels hauptsächlich von der Intensität des Lichtes abhängt, und nicht immer mit der Temperatur des Mittels wächst. Rothe Strahlen scheinen einen gröſseren Einfluſs auszuüben als blaue.

5. Nun wurde der Einfluſs der Temperatur untersucht, in so ferne diese von der Beleuchtung unabhängig ist. Die Magnetnadel kam in ein thonernes Gehäuse von 7.5 Z. Durchmesser und 1.2 Z. Höhe, dessen Boden eine Kreistheilung enthielt, und welches auf einem anderen thonernen Gefäſse ruhte, das dazu bestimmt war, Wasser von verschiedener Temperatur aufzunehmen, und durch dasselbe das Gehäuse, worin die Nadel schwebte, zu erwärmen oder zu erkälten. Ein im Gehäuse befindliches Weingeistthermometer gab die Temperatur der darin enthaltenen Luft an. Man fand auf solche Weise folgende Resultate:

Temperatur im Gehäuse.	Letzter Ausschlagwinkel.
138°.0	34°.1
62°.9	29°.05
126°.3	36°.7
51°.1	32°.6

Bei einer Vergleichung der Schwingungen einer magnetischen Nadel mit einer unmagnetischen, und mit einer kupfernen und gläsernen ergab sich Folgendes:

	Temperatur des Gehäuses.	Letzter Ausschlagwinkel.
Magnetisirte Nadel	136°.7	39°.7
	51°.5	33°.9
Unmagnetische Nadel	137°.7	26°.1
	49°.1	21°.7
Kupferne Nadel . .	136°.5	32°.1
	56°.75	28°.1
Gläserne Nadel . .	138°.8	31°.75
	52°.2	26°.3

Hieraus sieht man, dafs für alle vier Nadeln die Verminderung des Ausschlagwinkels mit der Verminderung der Temperatur zunimmt, und dafs diese Verminderung nahe für alle Nadeln von derselben Gröfse ist. Dafs die Wirkung für die Kupfernadel etwas kleiner ausfallen mufste, liefs sich daraus leicht vorhersehen, wenn sie die geringste Breite hatte, und daher der widerstehenden Luft mehr Anhaltspuncte zum Widerstande darbot. *Christie* meint, wenn die Sonnenstrahlen nur durch ihre erwärmende Kraft diese Wirkungen hervorbrächten, so müfste der Ausschlagwinkel im Schatten kleiner ausfallen als in einem von der Sonne beschienenen Platze, gleichwie dieser Winkel im kalten Wasser schneller abnimmt als im wärmeren, weil die Bewegung in einem dünneren Mittel besser vor sich geht als in einem dichteren. So wenig auch die Richtigkeit des letzteren Satzes bestritten werden kann, so folgt daraus doch noch nicht die Wahrheit des ersteren, weil es wohl denkbar, ja sogar höchst wahrscheinlich ist, dafs die Erwärmung nicht unmittelbar durch Verdünnung der Luft, sondern durch Erregung von Luftströmen wirken kann.

6. Zum Schlusse wollte *Christie* auch noch die Einwirkung des Steinkohlenfeuers auf eine oscillirende Nadel erforschen. Er brachte demnach den Apparat, worin sich die schwingende Nadel befand, auf 2 F. Entfernung in die Nähe brennender Steinkohlen, und beobachtete die Schwingungen einer Nadel von Glas und einer anderen magnetischen, sowohl wenn die Licht- und Wärmestrahlen freien Zutritt zu denselben hatten, als auch wenn sie durch einen Schirm abgehalten wurden. Das Resultat seiner Beobachtung ist folgendes:

	Letzter Ausschlagwinkel	
	ohne Schirm.	mit dem Schirme.
Magnetnadel	33°.9	34°.4
Glasnadel	24°.7	25°.3

Es findet demnach hier ein ähnliches Verhalten Statt, wie im Sonnenlichte, jedoch ist die Differenz zwischen der Gröſse des Ausschlagwinkels bei der Anwendung des Schirmes und ohne denselben so gering, daſs man es wohl billigen wird, wenn *Christie* darauf keinen grossen Werth setzt.

Aus allen diesen Versuchen zieht *Christie* folgende Schlüsse:

»Man kann aus allen diesen Versuchen schlieſsen, daſs das Sonnenlicht auf eine Magnetnadel einen besonderen Einfluſs ausübt, einen Einfluſs von der Art, daſs eine den Sonnenstrahlen ausgesetzte Magnetnadel eine stärkere Verminderung des Ausschlagwinkels erleidet, als eine andere unter denselben Umständen befindliche Nadel; daſs dieser Einfluſs unabhängig sey von der Wärme, welche die Sonnenstrahlen sowohl in der Magnetnadel als in dem Mittel, worin sie ihre Schwingungen macht, hervorrufen. Jener Theil der Wirkung, welcher an allen schwingenden Nadeln bemerkt wird,

läfst sich so erklären: Da die unmittelbar unter der oscillirenden Nadel befindliche Luft sich in dem Schatten befindet, welchen die Nadel wirft, und daher kälter ist als die oberhalb derselben befindliche; so kann an den Rändern der Nadel ein Luftstrom entstehen, der den Widerstand des Mittels sehr bedeutend steigern kann, und daher im Stande ist, die Schwingungsbögen schnell zu vermindern. Diese Annahme erklärt zugleich einen Umstand, der bei den vorhergehenden Versuchen stets Statt fand, nämlich, dafs der Effect nicht augenblicklich mit ganzer Kraft eintrat; denn diese Ströme können weder in dem Augenblicke, wo die Nadel der Sonne Preis gegeben wird, entstehen, noch aufhören, sobald der Schirm die Sonnenstrahlen aufhält.«

»Wenn aber dieses die einzige Ursache der Verminderung des Ausschlagwinkels wäre, so müfste diese für alle Körper gleich grofs seyn, sie könnte sich nur mit der Dicke der Nadel ändern, und müfste nahe für eine stählerne und eine gläserne Nadel gleich grofs, und für eine kupferne Nadel kleiner seyn. Da aber die Wirkung auf letztere nur etwa $^4/_7$ von der Wirkung auf eine *magnetisirte* Stahlnadel beträgt; so mufs für diese eine besondere Ursache eintreten. Worin kann aber diese bestehen? Dieses ist schwer zu beantworten. Haben vielleicht das Licht und das magnetische Princip eine verschiedene Dichte, wenn diese auch ohne Vergleich geringer ist als die Dichte des feinsten Gases, und setzt das Licht dem magnetischen Fluidum ein Hindernifs in den Weg? Man kann dagegen nicht einwenden, das Licht sey so fein, dafs es dem dünnsten Gase keinen Widerstand leistet, wiewohl dieses nicht einmal bewiesen ist. Oder ist vielleicht die hier betrachtete Wirkung von derselben Art, wie die auf Nadeln, welche innerhalb eines Ringes oscilliren? Wenn man dieses zugibt, so

mufs man annehmen, dafs die Lichtstrahlen während des Vorbeigehens bei der Nadel magnetisch werden, und ihre gröfste magnetische Kraft erst erlangt haben, wenn sie die Nadel berühren. Da bleiben nun die am meisten magnetischen Strahlen immer hinter der Nadel zurück, und hindern dadurch ihre Bewegung. Allein unter dieser Voraussetzung müfsten die Lichtstrahlen in einem verfinsterten Zimmer auch, wenn sie bei einem starken Magnete vorbeigehen, in der Nähe desselben eine Beugung erleiden. *Christie* konnte diesen Versuch nicht auf eine entscheidende Weise anstellen, doch gibt ihm das, was er bis jetzt darüber versuchen konnte, wenig Hoffnung zu einem glücklichen Erfolg.«

Christie hält nun dafür, dafs diese von ihm beobachteten Phänomene mit der Magnetisirung des Eisens durch das Licht in enger Verbindung stehen, kann aber den Wunsch nicht unterdrücken, dafs die Umstände, welche zum völligen unausbleiblichen Gelingen dieser Wirkung nothwendig vorhanden seyn müssen, näher bekannt werden mögen, als dieses bis jetzt der Fall ist. Er selbst hatte sich vorgenommen, bei verschiedenem Azimuth der Sonne und in verschiedenen Jahreszeiten sowohl eine Abweichungs- als Neigungsnadel in der Ebene des Meridians als in einer darauf senkrechten Ebene schwingen zu lassen, um so mit Genauigkeit den Einflufs des verschiedenfarbigen Lichtes unter verschiedenen Umständen kennen zu lernen, doch hat ihm die Veränderlichkeit des Wetters in England nicht erlaubt, dieses ohne Unterbrechung vornehmen zu können.

Die hier angeführten Versuche *Christie's* sind nahe mit denen einerlei, welche der Leser in Bd. 3., S. 157 dieser Zeitschrift findet, und welche ich lange vor *Christie* zur näheren Untersuchung der von ihm angeregten Sache anstellen zu müssen glaubte. Auch sind wir beide

zu denselben Ergebnissen gelangt; nur in der Ansicht über die Natur der Einwirkung auf schwingende Nadeln, welche durch diese Versuche dargethan wird, sind wir nicht einerlei Meinung, indem *Christie* darauf beharret, es wirken die Sonnenstrahlen hier magnetisch, während mir diese Wirkung durch die von der Erwärmung herrührende Luftströmung hervorgebracht zu seyn scheint; jedoch brauche ich dem Leser, der jedes Wort in seinem wahren Sinne zu nehmen versteht, nicht erst zu sagen, daſs ich nur meine Ansicht darstellte, und mich keineswegs mit voller Zuversicht aussprach; ich setzte nur auf die Ergebnisse der Versuche einen Werth, und daſs ich hierin mit gehöriger Genauigkeit verfahren bin, lehrt ihre Übereinstimmung mit denen *Christie's* hinreichend.

3. Über unsymmetrische Vertheilung des Magnetismus in Eisenstäben. Von *Christie*.

(*Phil. trans.* 1828. *P. II.*, *p.* 325.)

Christie hat vor mehreren Jahren Versuche über die Gröſse der Ablenkung unternommen, die eine Magnetnadel durch eine Eisenmasse erleidet, und das Gesetz aufgestellt, nach welchem diese Ablenkung erfolgt. Er meint, man dürfe sich statt der Nadel, deren Ablenkung erforscht werden soll, von welcher Art sie seyn mag, nur eine in ihrem Schwerpuncte aufgehängte kurze Magnetnadel denken, deren Centrum mit dem der vorigen zusammenfällt, und annehmen, die Eisenmasse wirke auf beide Pole derselben anziehend. Projicirt man nun die Richtung dieser Nadel auf die Ebene, worin sich die erstere bewegen kann, so gibt diese Projection die Lage obiger Nadel nach ihrer Ablenkung. Gegen dieses Resultat sind aus Versuchen Einwendungen gemacht worden, und man wollte es für Magnetnadeln, in denen

die magnetische Kraft nicht symmetrisch angeordnet war, unanwendbar gefunden haben. *Christie* sucht nun sein Gesetz auch für diesen Fall anwendbar zu machen; er entwickelt die analytischen Formeln, welche sich aus der Annahme ergeben, daſs eine störende Eisenmasse auf beide Pole der substituirten Magnetnadel anziehend wirke, und vergleicht die Werthe der Ablenkung, welche aus diesen Formeln folgen, mit den durch Versuche gefundenen. Allein er muſste sich auf den Fall einlassen, wo der Magnetismus der Nadel nicht symmetrisch angeordnet ist, und deſshalb über die Störung einer symmetrischen Anordnung dieser Kraft durch einseitiges Magnetisiren mehrere Versuche machen. Von diesen allein wollen wir hier sprechen, und den übrigen Theil des 35 Quartseiten langen Aufsatzes unberührt lassen, da die Sache hiemit noch keineswegs abgethan zu seyn scheint.

Um eine unsymmetrische Anordnung des Magnetismus in einem Körper hervorzubringen, wurden drei völlig gleiche Stahlstäbe durch den Doppelstrich magnetisirt, hierauf aber ein Magnet mit einem seiner Pole auf die Mitte eines solchen Stabes aufgesetzt, und nach einem Ende desselben hingezogen. Dieses konnte an der Nord- oder Südhälfte des Magnetstabes entweder mit dem Nord- oder Südpol des aufgesetzten Magnetes vorgenommen werden, und es lieſs sich dieses Verfahren öfter hinter einander leicht wiederholen.

Der Erfolg dieser Operation bestand in einer Änderung der Lage der beiden Pole und des magnetischen Mittelpunctes oder des sogenannten indifferenten Querschnittes. Diese Änderung versinnlichet die Figur 15, wo *A* und *B* zwei Magnetstäbe vorstellen, an denen die Buchstaben *N*, *S*, *O* und *C* die beiden Pole, den magnetischen und den physischen Mittelpunct bezeichnen,

und zwar gibt I. diese Puncte in der Lage an, welche sie einnehmen, wenn beide Stäbe mittelst des Doppelstriches magnetisirt worden sind; II. dieselben, nachdem ein Pol eines 12zölligen Magnetes sehr schnell von der Mitte gegen das Ende von *A* und *B* hingeführt worden ist; und endlich III. eben diese Puncte, wenn derselbe Magnet zwei Mal über die Hälfte der zwei Stäbe *A* und *B* hingeführt wird. Hier bezeichnen S', N', O' die beiden Pole nach wiederholter Operation.

Die Lage der Puncte S, N, O wurde durch eigene Versuche ausgemittelt. Dazu diente ein viereckiges Bret mit einer in Zehntelzoll getheilten Längenscale, das sich um eine verticale Axe drehen liefs. Auf dieses Bret wurde der zu prüfende Magnet so gelegt, dafs seine Axe mit einer der Seitenkante des Bretes parallelen Linie in derselben Verticalebene lag.

Wollte man die Lage eines Poles bestimmen, so wurde das Bret mit dem darauf liegenden Magnete so gedreht, dafs die Axe des letzteren auf dem magnetischen Meridian senkrecht stand, und dann an dessen Nord- oder Südhälfte, je nachdem man den Nord- oder Südpol bestimmen wollte, eine kleine bewegliche Probemagnetnadel so lange in derselben Horizontalebene, in welcher sich das Bret befand, hin und her geschoben, bis diese genau im magnetischen Meridian in Ruhe kam. Da dieses nur erfolgen kann, wenn die Kraft des zu prüfenden Magnetes, mit der er auf die Probenadel wirkt, mit der Richtkraft, welche der Erdmagnetismus auf sie ausübt, dieselbe oder eine ihr entgegengesetzte Richtung hat, so mufs der Theilstrich der Scale, nach welchem bei dieser Lage die Axe der Probenadel hinweiset, zur Stelle führen, welcher ein Pol des Magnetes entspricht.

Bei der Bestimmung des indifferenten Querschnit-

tes oder des magnetischen Mittelpunctes wurde das Bret so gedreht, daſs die Axe des Magnetes in den magnetischen Meridian zu liegen kam, und ihr Nordpol nach Süd zeigte, hierauf die Probenadel genähert und so lange verschoben, bis auch ihre Axe im magnetischen Äquator ruhig verharrte. Da war offenbar der indifferente Querschnitt mit der Axe der Probenadel in derselben Verticalebene.

Es ist interessant zu erfahren, ob die Anordnung des Magnetismus in einem Stabe, der durch einseitiges Magnetisiren unsymmetrisch sich vertheilt hat, mit der Zeit eine Änderung erleidet, oder vielleicht gar sich wieder symmetrisch zu vertheilen sucht. *Christie* hat zu diesem Behufe die vorhin genannten Stäbe, nachdem er die Lage ihrer Pole und ihrer indifferenten Ebene genau bestimmt hatte, durch halbseitiges Streichen mit einem Pole eines Magnetstabes mit unsymmetrisch angeordnetem Magnetismus versehen, die Lage obiger Puncte wieder bestimmt, hierauf die Stäbe an einen Ort gebracht, wo sie gegen jeden Einfluſs, der ihre magnetische Kraft afficiren oder ändern konnte, möglichst gesichert waren, und von Zeit zu Zeit die Bestimmung der Pole und des indifferenten Querschnittes wiederholt vorgenommen. Folgende Tafel zeigt das Resultat dieser Versuche. Unter der Benennung ungestörter Magnetismus wird jener verstanden, den der Stab durch den Doppelstrich erlangt, gestört hingegen heiſst er nach dem einseitigen Streichen.

Magnetismus.		Entfernung vom Mittelpuncte des Stabes			Zeit der Beobachtung.
		des Nordendes.	des Südendes.	des indifferenten Querschn.	
A.	Ungestört	3.75	3.80	0.48	5. Nov. 1827.
	Gestört	4.06	2.73	1.49	5. Nov.
		4.10	2.84	1.31	12. Dec.
		4.12	2.86	1.32	23. April 1828.
		4.12	2.86	1.32	14. Mai.
B.	Ungestört	3.73	3.76	0.01	5. Nov. 1827.
	Gestört	2.64	4.05	1.52	5. Nov.
		2.67	4.07	1.47	12. Dec.
		2.75	4.05	1.45	23. April 1828.
		2.75	4.05	1.37	14. Mai.

Aus dieser Tabelle ersieht man, daſs der Stab *A* nur anfangs ein kleines Bestreben zeigte, die Anordnung seines Magnetismus zu ändern, und zwar zwischen dem 5. Nov. und 12. Dec., aber vom 12. Dec. bis 14. Mai an blieb er ungeändert, und würde wahrscheinlich ohne äuſsere Veranlassung in demselben Zustande fortwährend verharren. Der Stab *B* erlitt selbst in der letztern Zeit noch eine kleine Veränderung. *Christie* überzeugte sich auch, daſs das Bestreben eines Magnetes, die gestörte Symmetrie seiner magnetischen Kräfte wieder herzustellen, nur kurze Zeit nach der Störung daure, und bald so schwach werde, daſs er die Coercitivkraft des Stahles nicht zu überwältigen vermag, wiewohl bei den von ihm gebrauchten Stäben diese Kraft nicht sehr bedeutend war, indem sie leicht von der Feile angegriffen wurden.

Im Originale kommen auch Versuche über die Än-

derung der Intensität des Magnetismus durch Störung der symmetrischen Anordnung desselben vor, und es wird eine Tabelle mitgetheilt, welche die Ergebnisse solcher Versuche enthält. Da die Methode, nach welcher diese Versuche angestellt wurden, die von *Coulomb* gebrauchte Oscillationsmethode ist, demnach nichts Neues enthält, und die Resultate, welche sich daraus ergeben, leicht verständlich sind, ohne diese Tabelle vor Augen zu haben; so mag es hierüber genügen, bloſs diese Resultate anzugeben. Diese bestehen darin:

Die Puncte, welche sich, den vorhergehenden Versuchsmethoden gemäſs, als Mittelpuncte der magnetischen Kräfte (Pole) charakterisiren, sind nicht jene, an welchen die Intensität dieser Kräfte am gröſsten ist. Die Störung der Symmetrie des Magnetismus bringt demnach nicht bloſs eine Störung in der Lage der Pole, sondern auch in der Intensität ihrer Kraft hervor, und zwar nicht bloſs in dem Pole, an welchem die Störung des Magnetismus unmittelbar bewirkt worden ist, sondern auch am entgegengesetzten. Doch ist diese Änderung nicht an allen Magneten gleich groſs, und auch nicht an beiden Hälften desselben Magnetes. An einem Magnete war die Intensität des Poles, worauf die Störung unmittelbar wirkte, in dem Verhältnisse 83:31 herabgesetzt, die des andern Poles aber nur in dem Verhältnisse 83:43. In einem anderen Magnete war ersteres Verhältniſs 83:35, letzteres 83:52. In beiden Fällen hat sich der schwächere Pol am meisten geändert. Es hat ferner den Anschein, als wäre das Product aus der Intensität des Magnetismus der Puncte, die sich als Pole zu erkennen gaben, in der Entfernung vom indifferenten Querschnitte zu beiden Seiten des letzteren einander gleich.

4. Variation der Magnetnadel. Von *Witt.*

(Edinb. journ. of sc. N. 19, *p.* 23.)

Zu Boston, Falmouth und Penobscot wurde vom Jahre 1672 bis zum Jahre 1800 die Variation der Magnetnadel beobachtet. Die Resultate dieser Beobachtungen, die 128 Jahre umfassen, enthält folgende von *Winthrop* entworfene Tafel:

Jahr.	Beobachtungsort.			Mittlere jährl. Differenz.
	Boston.	Falmouth.	Penobscot.	
1672.	11° 15′	12°	12° 8′	15′
1678.	11°	11° 45′	11° 53′	30′
1689.	10° 30′	11° 15′	11° 23′	30′
1700.	10°	10° 43′	10° 53′	14′ 1/3
1705.	9° 45′	10° 31′	10° 39′	15′ 1/3
1710.	9° 32′	10° 12′	10° 25′	12′ 1/3
1715.	9° 18′	10° 3′	10° 11′	—
1720.	9° 5′	9° 50′	9° 58′	13′
1725.	8° 57′	9° 36′	9° 44′	12′
1730.	8° 37′	9° 22′	9° 30′	16′
1735.	8° 23′	9° 8′	9° 30′	14′
1742.	8°	8° 45′	8° 53′	23′
1745.	7° 56′	8° 41′	8° 49′	4′
1750.	7° 42′	8° 27′	8° 32′	15′
1757.	7° 20′	8° 5′	8° 13′	21′
1761.	7° 7′	7° 52′	8°	13′
1763.	7°	7° 45′	7° 53′	7′
1770.	6° 45′	7° 31′	7° 39′	14′ 1/3
1775.	6° 32′	7° 17′	7° 25′	13′ 2/3
1780.	6° 18′	7° 3′	7° 11′	14′
1785.	6° 4′	6° 49′	6° 57′	14′
1790.	6° 50′	6° 35′	6° 43′	14′
1795.	5° 35′	6° 21′	6° 29′	14′ 1/8
1800.	5° 22′	6° 7′	6° 15′	15′ 1/3
Differenz für 128 J.	5° 53′	5° 53′	5° 53′	

Mittlere jährliche Differenz 2′ 45″ 28‴

Brewster hegt einigen Verdacht gegen die Richtigkeit dieser Resultate, weil sie an den verschiedenen Plätzen von mehreren Beobachtern angestellt, doch eine in den meisten Jahren vollkommen übereinstimmende jährliche Differenz geben.

5. Magnetisirung durch den electrischen Strom. Von *Moll.*

(*Bull. d. sc. math. etc. Avril* 1829, *p.* 277.)

Moll hat die Versuche über die Magnetisirung des Stahls mittelst eines durch eine Spirale geleiteten electrischen Stromes, welche schon früher von mehreren Naturforschern, vorzüglich von *Savary* angestellt worden sind, weiter verfolgt, und einige nicht uninteressante Facta ausgemittelt. Er bediente sich bei seinen Versuchen zur Erregung des electrischen Stromes einer geladenen Leidnerflasche von nahe 100 Quadratdecimetern Oberfläche, und brauchte zur Entladung derselben einen Spiraldraht aus Kupfer mit rechten Windungen. Der Durchmesser jeder Windung betrug nahe 120 Millimeter. *Moll's* Absicht ging dahin, den Einfluſs der Umhüllung des Drahtes, den er magnetisiren wollte, und der darum sich in der Spirale befand, auszumitteln. Bekanntlich hindert eine Glasröhre, welche den Draht enthält, die Magnetisirung nicht, und diese erfolgt, selbst wenn die Wanddicke dieser Röhre 0.007 beträgt, eben so, als wenn der Draht sich ohne Umhüllung in der Spirale befindet. Dasselbe findet Statt, wenn man Röhren von Elfenbein, gebranntem Thon, Stein oder Holz etc. anwendet. Befand sich der zu magnetisirende Draht in einem Eisencylinder von 0.033 Durchmesser, so erhielt er keinen Magnetismus mehr, eben so wenig in einer 0.003 dicken Kupferröhre mit einem Durchmesser von 0.075, und in einem Platingefäſse mit ungefähr

0.001 dicken Wänden. Aber in einem oben mit zwei oder drei Löchern versehenen Kupferbehältnifs ertheilte der Strom bei seinem Durchgange durch die Spirale der Stahlnadel die magnetische Kraft vollkommen.

B. Wärme.

Untersuchungen über die specifische Wärme der Gase. Von *La Rive* und *Marcet*.

(Bibl. univ. Mai 1829, *p.* 37.*)*

La Rive und *Marcet* haben im 35sten Bande der *Annales de Chimie et de Phys.* ihre Untersuchungen über die specifische Wärme der Gase bekannt gemacht; Untersuchungen, die auch in Deutschland bekannt genug geworden, da sie fast in alle physikalischen Journale übergegangen sind. Diese Zeitschrift enthält sie im 3ten Bande. Sie führten zu dem merkwürdigen Resultate, dafs alle gasförmige Substanzen unter demselben Drucke und unter demselben Volumen, so verschieden auch ihre chemische Natur seyn mag, dieselbe specifische Wärme besitzen. Die Richtigkeit dieses Resultates schien aber Einigen darum zweifelhaft, weil die Versuche, aus denen man sie folgerte, mit zu kleinen Gasmassen angestellt wurden, als dafs sich die Unterschiede der specifischen Wärme, wenn es etwa deren gibt, hätten zeigen können. Um diesem Einwurfe zu begegnen, wurden die schon früher angestellten Versuche noch ein Mal vorgenommen, und zwar genau nach derselben Methode, derer sie sich früher bedient hatten, welche darin besteht, dafs aus der Gröfse der Erwärmung, welche gleiche Gasvolumina bei ungleicher materieller Beschaffenheit von derselben Wärmequelle unter denselben Umständen annehmen, auf die Gröfse ihrer Wärmecapacität geschlossen wurde. Die Temperatur der Gase wurde

aber nicht etwa durch ein darein gestelltes Thermometer, dessen Wärmeänderung nie mit der der Gase ganz gleichzeitig ist, und daher keine ganz sicheren Resultate gibt, sondern durch die Gröſse der Expansivkraft des Gases selbst gemessen; denn das Gas befand sich in einer dünnen Glaskugel, an der eine gebogene Röhre angesetzt war, die in ein mit Quecksilber gefülltes Gefäſs reichte, und man konnte aus der Bewegung der Quecksilbersäule mit groſser Zuversicht auf die Temperatur des Gases einen Schluſs machen. Es lieſs sich, da der auf dem Gas lastende Druck 68—70 Centimetern entsprach, mit Sicherheit $^1/_{25}$ eines hunderttheiligen Wärmegrades abnehmen. Die Temperaturerhöhung wurde durch ein Wasserbad hervorgebracht, und nur strahlende Wärme dem Gase zugeleitet. Dieses bewirkte man dadurch, daſs man die Glaskugel, welche das Gas enthielt, in einen kupfernen, inwendig geschwärzten, mit sehr dünnen Wänden versehenen Ballon brachte, in welchem die Luft möglichst verdünnt wurde, und diesen Ballon in das Wasserbad brachte. Die Versuche wurden mit *atmosphärischer Luft*, mit *Kohlensäuregas*, mit *Stickstoffprotoxydgas* und mit *Wasserstoffgas* vorgenommen. Die Gase hatten beim Beginne des Versuches eine Temperatur von 10° *C.*, das Wasserbad 20°. Der Erwärmungsgrad wurde aus dem Verhältnisse berechnet, welches zwischen der Zunahme der Expansivkraft des Gases nach Verlauf von 5 Minuten Statt fand, wenn es bereits die Temperatur des Bades angenommen, mithin eine Temperaturerhöhung von 10° *C.* erreicht hatte.

Folgende Tafel gibt die erhaltenen Resultate an:

Gas.	Druck, unter dem es stand, in Centim.	Erwärmung in 5 Min. nach C.
Atmosphärische Luft	66	6.70
	46	7.64
	25	8.55
Kohlensäuregas . . .	68	6.66
	55	6.96
	42	7.80
	27	8.45
	17	9.50
Azotprotoxydgas . .	67	6.69
	50	7.20
	37	7.60 *)
	27	8.50
Hydrogengas . . .	65	7.00
	50	7.40
	32	8.10
	22	8.60

Diese Versuche wurden bloſs in der Absicht unternommen, um zu zeigen, daſs das hiebei angewendete Verfahren geeignet ist, Unterschiede in der specifischen Wärme der Gase anzugeben, wenn solche Statt finden. Wirklich geht aus obigen Resultaten hervor, daſs die Capacität der Gase unter demselben Volumen desto kleiner ist, je geringer die Dichte derselben ist, oder unter je geringerem Drucke sie stehen.

Dessen ungeachtet hielten *La Rive* und *Marret* es für nothwendig, ihre Versuche mit gröſseren Gasmengen zu wiederholen. Sie nahmen deſshalb eine Glasku-

*) Diese Zahl fanden *La Rive* und *Marcet* fehlerhaft, doch entdeckten sie den Fehler erst, als der Apparat schon zerlegt war, und der Versuch nicht mehr wiederholt werden konnte.

gel, welche bei einem Luftdrucke von 68 *C.* und bei 12° *C.* 0.4 Gramme atmosphärische Luft faſste, und dabei eine so dünne Wand hatte, daſs sie nur 22 Gramme wog. Die gekrümmte Glasröhre hatte einen Durchmesser von 4 Mill., und war daher weit genug, um der Quecksilbersäule die nöthige Beweglichkeit zu verschaffen. In der Entfernung von 12 Cent. vom Ballon war diese Röhre mit einem gläsernen Hahn versehen, welcher es möglich machte, die atmosphärische Luft im Ballon zu verdünnen und Gase einzufüllen, die Metall angreifen, wie z. B. Chlorgas, Schwefelwasserstoffgas. Man muſste aber doch die Vorsicht brauchen, zwischen dem Hahn und dem Quecksilber eine Säule atmosphärische Luft zurückzulassen, damit ein solches Gas nicht unmittelbar auf das Quecksilber wirken und es angreifen konnte. Die Verunreinigung des zu untersuchenden Gases durch eine verhältniſsmäſsig so geringe Quantität atmosphärischer Luft konnte der Richtigkeit der Resultate keinen wesentlichen Abbruch thun, wenigstens nicht in so ferne, als es sich darum handelte, auszumitteln, ob in der Capacität verschiedener Gase Differenzen sind oder nicht.

Der kupferne Ballon, worein man die Glaskugel stellte, hatte nahe 8 Z. im Durchmesser, war wie der vorhin besprochene inwendig geschwärzt und mit sehr dünnen Wänden versehen. Nach jedem Versuche wurde aufs neue untersucht, ob alle Theile des Apparates noch im guten Zustande seyen, insbesondere, ob der kupferne Ballon nicht Luft gefangen habe.

Beim Versuche wurde folgendes Verfahren angewendet: Anfangs wurde die Luft in der Glaskugel möglichst verdünnt, dann das Gas eingefüllt und einem Drucke von beiläufig 69 Centim. ausgesetzt; hierauf wurde eben so der Kupferballon luftleer gemacht, und

in eine Wassermasse von 10° *R.* getaucht. Man überzeugte sich, daſs das Gas die Temperatur des Wassers angenommen habe, aus dem einige Zeit hindurch stationären Stande der Quecksilbersäule. Sobald man hievon überzeugt war, wurde die Kupferkugel schnell in eine zweite mit Wasser von etwas weniger als 25° *R.* gefüllte Wanne übertragen. Das Gas bekam alsogleich eine grössere Expansivkraft, zum Beweise, daſs die höhere Temperatur darauf einzuwirken beginne, und die Quecksilbersäule wurde herabgedrückt. Von dem Augenblicke an, wo die Erwärmung bemerklich wurde, beobachtete man von 5 — 5 Min. die Gröſse der Verkürzung der Quecksilbersäule, und entnahm daraus die ihr entsprechende Temperaturerhöhung von Seite des Gases. Wenn der Versuch mit einem anderen Gase angestellt wurde, so erzeugte man, nachdem man es in den Ballon geleitet hatte, mehrere Male hinter einander wiederholt einen nahe luftleeren Raum, um das erstere Gas gänzlich zu vertreiben. Die Gase waren möglichst rein und trocken, es wurde eine groſse Wassermasse angewendet und immer umgerührt, um ihre Temperatur allenthalben von gleicher Gröſse zu erhalten. Jeder Versuch wurde öfters vorgenommen, man brauchte aber nicht einmal von den erhaltenen Resultaten das Mittel zu nehmen, denn diese stimmten genau mit einander überein.

Auf solche Weise wurde mit folgenden Gasen verfahren: atmosphärische Luft, Kohlensäuregas, Azotprotoxydgas, öhlbildendes Gas, schwefeligsaures Gas, geschwefeltes Wasserstoffgas, Chlorgas und Hydrogengas. Sie wurden in der Ordnung, wie sie hier auf einander folgen, untersucht. Die folgende Tabelle enthält die Resultate der Untersuchung. Die erste Spalte enthält das Gas, womit der Versuch gemacht wurde, die zweite die Dauer der Erwärmung, die dritte die Zunahme der

Expansivkraft des erwärmten Gases, und endlich die vierte die Gröſse dieser Erwärmung, so wie sie sich aus der Zunahme der Expansivkraft des Gases ergab.

Gas.	Dauer der Erwärmung in Minuten.	Zunahme d. Expansivkraft in Mill.	Zunahme der Temperatur n. *C.*
Atmosphärische Luft	2	23.0	9°.20
	3	28.1	11°.24
	4	31.5	12°.60
	5	33.5	13°.40
	6	34.6	13°.84
	7	35.4	14°.16
	8	36.0	14°.40
Kohlensäuregas	2	23.0	9°.20
	3	28.0	11°.20
	4	31.5	12°.60
	5	33.7	13°.48
	6	34.7	13°.88
	7	35.5	14°.20
	8	35.9	14°.36
Azotprotoxydgas	2	23.0	9°.20
	3	28.0	11°.20
	4	31.3	12°.52
	5	33.4	13°.36
	6	34.5	13°.80
	7	35.5	14°.20
	8	36.0	14°.40
Öhlbildendes Gas	2	23.0	9°.20
	3	28.0	11°.20
	4	31.5	12°.60
	5	33.1 (?)	13°.24 (?)
	6	34.5	13°.80
Schwefeligsaures Gas	2	23.0	9°.20
	3	28.0	11°.20
	4	31.5	12°.60
Geschwefeltes Wasserstoffgas	2	23.0	9°.20
	3	28.1	11°.23
	4	31.7	12°.68

Gas.	Dauer der Erwärmung in Minuten.	Zunahme d. Expansivkraft in Mill.	Zunahme der Temperatur n. C.
Chlorgas. . . .	2	22.9	9°.16
	3	28.0	11°.20
	4	31.6	12°.64
	5	33.5	13°.40
	6	34.4	13°.76
Hydrogengas . ..	2	23.6	9°.44
	3	29.0	11°.60
	4	32.0	12°.80
	5	33.8	13°.52
	6	34.7	13°.88
	7	35.5	14°.20
	8	36.1	14°.44

Beim schwefeligsauren Gas, beim geschwefelten Wasserstoffgas und beim Chlorgas liefs sich die Zeit der Erwärmung nicht weiter verlängern, als es hier geschehen ist, weil man sonst die völlige Vermischung dieser Gase mit der im Glasrohr rückständigen atmosphärischen Luft nicht hätte vermeiden können, und es unmöglich gewesen wäre, die Quecksilbersäule gegen ein solches Gas zu schützen. Die nach Verlauf von 5 Minuten am öhlbildenden Gas beobachtete Erwärmung ist offenbar fehlerhaft. weil die übrigen Wärmegrade mit denen bei anderen Gasen bei derselben Dauer der Erwärmung sehr gut übereinstimmen; nur beim Wasserstoffgas ist die Abweichung gröfser, als dafs man sie einem Beobachtungsfehler zuschreiben könnte. Sie mufs demnach von einer besonderen Ursache abhängen.

Die Verfasser ziehen übrigens aus dieser Tabelle folgende Schlüsse: Die Expansivkraft aller Gase, welche dem Versuche unterworfen wurden, mit Ausschlufs des Hydrogengases, hat bei gleichem Volumen nach Verlauf

derselben Zeit um gleich viel zugenommen, alle haben sich daher gleich stark erwärmt. Die Differenzen, welche sich einfanden, sind sehr gering, und bald positiv bald negativ, so daſs sie verschwinden, wenn man aus den für eine verschiedene Erwärmungsdauer erhaltenen Resultaten das Mittel nimmt. Dieses deutet darauf hin, daſs entweder alle Gase dieselbe specifische Wärme haben, oder daſs der Apparat nicht empfindlich genug ist, um die bei der Erwärmung eintretenden Differenzen, wenn es solche gibt, anzuzeigen. Letzteres ist aber durchaus unwahrscheinlich, da die Glaskugel, welche etwas unter 22 Gr. wiegt, und 0.4 Gr. atmosphärische Luft fassen kann, nicht alle Wärme absorbiren, und so den Einfluſs desselben auf die Erwärmung vernichten kann. Es ist klar, daſs sich die strahlende Wärme, welche durch den leeren Raum zur Glaskugel gelangt, sich in die Glaskugel und in das darin enthaltene Gas nach Verhältniſs ihrer Masse und specifischen Wärme vertheilt. Berechnet man die Capacität zweier Gase für den Fall, wo die beobachteten Erwärmungsgrade verschieden sind, so kommt man auf zwei Zahlen, deren sich eine von der anderen nur um $^1/_{10}$ unterscheidet. Setzt man daher auch alle Beobachtungen zur Seite, welche eine vollkommene Gleichheit in der Erwärmung der Gase geben, und führt die Rechnung nur nach jenen, wo in dieser Hinsicht Differenzen Statt finden, so geht daraus hervor, daſs, wenn verschiedene Gase verschiedene Capacität haben, diese nur um $^1/_{10}$ von einander differiren können.

Auch die Verschiedenheit in der Leitungsfähigkeit der Gase konnte keinen störenden Einfluſs auf das Resultat der Untersuchung nehmen, weil aus anderen Versuchen bekannt ist, daſs diese Leitungsfähigkeit bei allen Gasen, mit Ausnahme des Hydrogengases, fast die-

selbe ist, und die Unterschiede der Temperatur und Massen zu klein waren, als daſs sie hiedurch eine Störung hätten bewirken können. Beim Hydrogengas zeigt sich dieser Einfluſs aber deutlich, indeſs dieses Gas sich schneller erwärmt als die übrigen, und nur nachdem die Erwärmung bereits 6 Min. gedauert hatte, ward seine Erwärmung der der anderen Gase gleich, weil da der Temperaturunterschied zwischen dem Gas und der Umgebung sehr klein war.

Daſs man die Übereinstimmung in den Erwärmungsresultaten nicht etwa daraus erklären kann, daſs das Leitungsvermögen der Gase ihrer specifischen Wärme proportionirt sey, läſst sich daraus abnehmen: 1) Alle bisher angestellten Versuche beweisen, daſs die Gase in Betreff ihrer Leitungsfähigkeit sehr wenig von einander verschieden seyen, und daher dieser Unterschied keinen Einfluſs ausüben kann; 2) weil andere Versuche gelehrt haben, daſs die Leitungsfähigkeit den Capacitäten für die Wärme *verkehrt* proportionirt sey; 3) weil das Wasserstoffgas, dessen Leituugsfähigkeit bekannter Maſsen merklich gröſser ist, als das der übrigen Gase, den Einfluſs derselben deutlich zeigt. Demnach folgt aus allen diesem, was aus den früheren Versuchen gefolgert wurde:

1. Daſs alle Gase unter demselben Drucke und bei demselben Volumen dieselbe specifische Wärme besitzen.
2. Daſs die specifische Wärme eines Gases desto kleiner ist, je geringer bei einerlei Volumen der Druck ist, unter dem es steht.

C. Electricität.

Über Electrochemie. Von *Becquerel.*

(Ann. de Chim. etc. Mai 1829, p. 5.)

Gegenwärtige Abhandlung besteht aus zwei Haupttheilen. Der erste handelt von electrochemischen Wirkungen, welche hauptsächlich durch Berührung von Auflösungen unter sich und mit Metallen hervorgebracht werden; der zweite enthält Anwendungen dieser Wirkungen auf chemische Verbindungen.

Der Verfasser schickt dem ersten Theile eine kurze, aber keineswegs vollständige Geschichte der Meinungen und Bemühungen der Physiker über das *primum movens* der bei der Berührung heterogener Stoffe sich entwickelnden Electricität voraus, und geht dann auf die nähere Betrachtung der Wirkungen über, welche Salzauflösungen oder verschiedenartige Flüssigkeiten auf einander ausüben. Er bedient sich zur näheren Erörterung dieses Punctes eines Verfahrens, das er schon vor mehreren Jahren in Anwendung gebracht hatte, als es sich darum handelte, die Electricität zu untersuchen, welche sich bei der Verbindung eines Alkali mit einer Säure entwickelt. Er nahm nämlich vier Gefäſse, wovon zwei aus Platin, die zwei anderen aus Porzellan bestanden, stellte sie in eine Reihe vor sich hin, so daſs die Platingefäſse an den beiden Enden der Reihe sich befanden, goſs in die zwei ersteren und in das letzte Salpetersäure, und in das dritte eine Alkalilösung, setzte ferner das erste und zweite, so wie das dritte und vierte mittelst gekrümmter Glasröhren, die Wasser enthielten, und das zweite und dritte mit einem Asbestſaden in Communication. Wurde nun in jedes der zwei äuſsersten ein mit einem Ende eines Multiplicators verbundenes Platinblech

getaucht; so liefs sich aus der Gröfse und Richtung der Ablenkung der Magnetnadel die Stärke und Richtung des entwickelten electrischen Stromes erkennen. Da bei diesem Versuche an beiden Enden alles gleich ist, so wird der electrische Strom durch drei verschiedene chemische Wirkungen hervorgebracht, nämlich durch die Wirkung der Säure im zweiten Gefäfse auf das Alkali im dritten, und durch die des Wassers in der Communicationsröhre zwischen dem dritten und vierten Gefäfse sowohl auf die Säure als auf das Alkali. Die erstere ist offenbar die stärkere, und die Ablenkung der Magnetnadel mufs den ihr entsprechenden Strom anzeigen. Diese Ablenkung zeigte immer darauf hin, dafs die Säure gegen Alkali positiv sey. Dieses Resultat ist dem entgegengesetzt, welches Statt findet, wenn sich eine Säure und ein Alkali blofs berühren, ohne auf einander chemisch einzuwirken, wie *Davy* gezeigt hat.

Beseitiget man die zwei Porzellangefäfse gänzlich, und verbindet die Platingefäfse, nachdem man sie etwa 1 Decim. von einander entfernt hat, mittelst eines mit Wasser getränkten Baumwolldochtes, so hat man nicht sobald eine Vermischung des Alkali mit der Säule zu befürchten, weil der Docht ziemlich lang, und die Dichte der Flüssigkeiten sehr verschieden ist. Tröpfelt man mittelst eines Glasstabes langsam einen Tropfen von einer dieser beiden Flüssigkeiten auf die Mitte des Dochtes; so erfolgt eine Ablenkung der Magnetnadel, und zeigt die Richtung und Stärke des electrischen Stromes an. Auf diesem Wege hat *Becquerel* folgende Resultate erhalten:

Salpetersäure ist positiv electrisch mit:
- Salzsäure,
- Essigsäure,
- salpetriger Säure,
- Alkalilösungen,
- salpetersauren Salzen, gelöset,
- schwefelsauren » »
- salzsauren » »
- etc. etc. etc.

Salpetersäure ist negativ electrisch mit:
- Schwefelsäure,
- Phosphorsäure,
- etc. etc. etc.

Phosphorsäure ist positiv mit:
- Salzsäure,
- Schwefelsäure,
- Salpetersäure,
- Auflösungen von Salzen, Alkalien etc.
- etc. etc. etc.

Unter allen Flüssigkeiten ist die Phosphorsäure die am meisten positiv electrische.

Wenn eine Säure auf ein Metall chemisch einwirket, so üben die Lösungen auf einander und auf die Säuren einen Einfluſs aus, der die electrischen Erscheinungen bedeutend modificirt. Man nehme zwei Gefäſse, fülle sie mit einer Auflösung von salpetersaurem Kupfer, tauche in jedes derselben ein vollkommen rein gescheuertes Kupferblech, das mit einem Ende des Multiplicators in Verbindung steht, und man wird keine electrische Wirkung wahrnehmen. Sobald man aber einen Tropfen Salpeter- oder Schwefelsäure in ersteres Gefäſs gieſst, so erscheint das darein getauchte Metallstück *negativ electrisch.* Diese Wirkung rührt nothwendig von der Action des Metalls auf die Säure her. Zinn und sein schwefelsaures Salz, Eisen und sein salzsaures Salz, Blei, Antimon und Wismuth wirken, auf ihre respectiven

Salzlösungen, wie Kupfer auf seine Salzlösungen wirkt, sobald man einige Tropfen Säure zusetzt. Selbst mit Zink und Eisen, wahrscheinlich auch mit Mangan findet in ihren salpetersauren Salzlösungen dasselbe Statt. Aber mit schwefelsauren Salzen erhält man an dem Metalle, das sich in dem Gefäſse befindet, in welches man einige Tropfen Schwefelsäure gegossen hat, positive Electricität, mithin das Gegentheil von vorhin. Werden die zwei mit dem Multiplicator verbundenen Metallplättchen in zwei Gefäſse getaucht, die mit einander communiciren, und in eines derselben Säure und ein Salz, in das andere nur Säure gegeben; so wird die Erscheinung nicht nur von der Wirkung der Säure auf das Metall, sondern auch von der der Salzlösung auf die Säure abhängen.

Wenn zwei Metalle in eine oder in zwei verschiedene Flüssigkeiten getaucht werden, so ist die electrische Erscheinung das Resultat der durch die Metalle in Berührung mit den Flüssigkeiten und den Flüssigkeiten unter sich erregten Electricität. Taucht man eine mit dem Multiplicator verbundene Kupferplatte in ein mit gesättigter schwefelsaurer Zinklösung gefülltes Gefäſs, und eine mit demselben communicirende Zinkplatte in ein zweites, dieselbe Flüssigkeit enthaltendes, und setzt beide Gefäſse mittelst eines Asbest- oder Baumwollfadens in leitende Verbindung: so erscheint das Kupfer positiv vermög seiner Berührung mit der Salzlösung, das Zink negativ, mithin in einem Zustande, welcher dem durch Berührung der zwei Metalle unter einander hervorgebrachten entgegengesetzt ist. Gieſst man in das Gefäſs, worin sich die Kupferplatte befindet, einige Tropfen Salpetersäure oder salpetersaure Kupferlösung, so wird der Strom noch stärker, und verharrt ungeschwächt einige Zeit hindurch. Hier bildet sich salpetersaures Kupfer, und dieses ist gegen schwefelsaures Zink posi-

tiv electrisch. Dieselbe Säuremenge bringt im anderen Gefäfse eine merkliche Schwächung der Electricität hervor. Schwefel- und Salzsäure wirken wie Salpetersäure. Überhaupt erhält man ein gleichförmiges Resultat, so lange man Salzlösungen braucht, die durch die Metalle nicht zersetzt werden.

Enthalten die zwei Gefäfse, welche bei den vorhergehenden Versuchen gebraucht wurden, nur Wasser mit $^1/_{50}$ Schwefelsäure, so zeigt die Magnetnadel des Multiplicators eine Ablenkung von 84°, die zum Theile von der Wirkung der Säure auf das Zink abhängt. Zugabe von schwefelsaurem Zink von Seite des Zinkes ändert den Strom nicht, aber einige Tropfen Salpetersäure oder salpetersaures Kupfer an der anderen Seite zugegeben verstärken ihn sehr bedeutend, weil salpetersaures Kupfer gegen schwefelsaures Zink positiv ist. Salpetersäure vermindert an der Zinkseite die Ablenkung, weil salpetersaures Zink gegen schwefelsaures positiv ist.

Die vorhergehenden Erscheinungen wendet der Verfasser an, um die Wirkungen der *Volta*'schen Säule näher zu beleuchten, und den Einfluſs jedes ihrer Bestandtheile zu bestimmen. Er nimmt zu Versuchen hierüber eine Glasröhre, in deren Innerem er zwei Querwände aus Goldschlagerhäutchen anbrachte, und sie so in drei Zellen abtheilte, deren jede von der anderen möglichst gut abgeschlossen war. Diese Zellen konnte man mit verschiedenen Flüssigkeiten füllen, Metalle hineinstellen, sie mit einander verbinden, und mittelst einer Magnetnadel die Stärke des Stromes messen.

Beim ersten Versuch wurden alle drei Zellen mit Wasser gefüllt, das $^1/_{50}$ Schwefelsäure enthielt, in die zwei äufsersten eine Zink- und eine Kupferplatte getaucht, und beide mit einander mittelst eines Kupferdrahtes verbunden. Die Ablenkung der Magnetnadel

wurde gleich nach dem Eintauchen, und 15 und 30 Minuten später untersucht.

Auf ähnliche Weise wurden die folgenden Versuche angestellt, nachdem die Platten vorläufig gereinigt und die Flüssigkeit gewechselt worden war. Zur leichteren Übersicht stehen hier alle erlangten Resultate in einer Tabelle beisammen.

Flüssigkeit		Dauer der Einsenkung.	Ablenkung der Magnetnadel.
in der Zelle des Kupfers.	in der Zelle des Zinkes.		
Wasser mit $^1/_{50}$ Schwefelsäure.	Wasser mit $^1/_{50}$ Schwefelsäure.	0 Min. 15 » 30 »	63° 53° 46°
Wasser, $^1/_{50}$ Schwefels., $^1/_{50}$ Salpeters.	Wasser, $^1/_{50}$ Schwefelsäure.	0 » 15 » 30 »	81° 73° 65°
Wasser, $^1/_{50}$ Salpetersäure.	Wasser, $^1/_{50}$ Salpetersäure.	0 » 15 » 30 »	81° 71° 67°
Gesättigte Auflösung von salpeters. Kupfer.	Auflösung von schwefelsaurem Zink.	0 » 15 » 30 »	84° 72° 68°
Wasser, $^1/_{50}$ Schwefelsäure.	Wasser, $^1/_{50}$ Schwefels., $^1/_{50}$ Salpeters.	0 » 15 » 30 »	62° 64° 61°

Salpetersaures Kupfer wirkte beim zweiten Versuche, und Salzsäure beim dritten wie Salpetersäure.

Die Schwächung, welche eine *Volta*'sche Säule stets mit der Zeit erleidet, rührt von der Erregung eines secundären, dem primären entgegengesetzten Stromes her. Wird dieser geschwächt, so erfolgt auch die Verminderung der Wirkung der Säule langsamer. Man kann ihm aber nur dadurch stets entgegen arbeiten, wenn man

die Ablagerungen der Stoffe, welche der Hauptstrom durch Zersetzung und Übertragung hervorgebracht hat, durch eine eigene Flüssigkeit wegzuschaffen sucht. Dazu dient nur die oben angegebene Einrichtung der Säule, wo jedes Metall sich in einer eigenen Flüssigkeit befindet. So löset z. B. im fünften jener Versuche, deren Resultate die vorhergehende Tabelle angibt, die Schwefelsäure, die das Kupfer umgibt, das auf das Kupfer übertragene abgelagerte Zink, und die Salpetersäure in der Zelle, worin sich das Zink befindet, bemächtiget sich eines Theiles des Kupfers, das durch die häutigen Zwischenwände gegangen ist.

Nach diesen Versuchen geht *Becquerel* zu den electro-chemischen Wirkungen auf die Erzeugung chemischer Verbindung, als den zweiten Theil seiner Abhandlung, über. Er beginnt damit, die Ehre, zuerst Versuche hierüber angestellt zu haben, *Bucholz* zuzuschreiben, erwähnt dann der zu solchem Behufe früher von ihm angewendeten Versuchsmethoden, und geht endlich zur Sache selbst über, indem er von der electrochemischen Anwendung der Kohle spricht, schickt aber auch hier wieder Einiges über die schon bekannten Eigenschaften der Kohle und ihr Vorkommen voraus. Seine Versuche über die Kohle stellte er mit Anthracit an, weil dieser 97 per Cent Kohlenstoff enthält, und daher eher reiner Kohlenstoff genannt werden kann, als unsere gewöhnliche Kohle.

Taucht man diesen Stoff (der in der Folge stets den Namen Kohle führen wird) mit einem Metall, mit welchem er verbunden ist, in eine Säure, so entsteht ein Strom, dessen Richtung und Intensität von den chemischen Wirkungen abhängt, welche die Flüssigkeit auf den Kohlenstoff und das Metall ausübt. Wird ein Stück Kohle an ein Ende eines Platindrahtes befestiget, dessen

anderes Ende in Salpetersäure getaucht ist; so entsteht auch ein electrischer Strom, und die Kohle nimmt negative Electricität an.

Das Gegentheil erfolgt, wenn man Salzsäure oder Schwefelsäure, oder eine Auflösung von einem diesen Säuren entsprechenden Salze nimmt. Ein Element aus Kohle und Kupfer gibt in Salzsäure einen Strom, wobei erstere positiv electrisch ist. Dasselbe erfolgt mit Kohle und Silber. Dieses kann man zur Bildung verschiedener Chloride benützen. Gibt man nämlich in eine Glasröhre concentrirte Salzsäure, und taucht ein Silberplättchen, das mittelst eines Drahtstückes von demselben Metall mit Kohle verbunden ist, hinein, schliefst dann die Röhre bis auf eine kleine Öffnung, welche dem entwickelten Gas den Ausgang gestattet, so tritt folgendes ein: Das Silber zieht, als der positive Pol der electrischen Kette, das Chlor an und verbindet sich damit, während das Hydrogen sich zur Kohle begibt und Kohlenwasserstoffgas liefert. Das Chlorsilber krystallisirt in Octaëdern, wie das in der Natur vorkommende, doch wachsen die Krystalle nur langsam, sie sind vollkommen hell, und haben alle Eigenschaften, die diesem Stoffe sonst zukommen. Nimmt man statt des Silbers Kupfer, und schliefst die Röhre luftdicht, so wird doch die Salzsäure zersetzt, es erfolgt die Gasentwicklung und zersprengt die Röhre. Nach sechs Monaten oder einem Jahre überzieht sich die Metallplatte mit schönen tetraëdrischen Krystallen von Kupferprochlorid, das sich in der Luft oder im Wasser in Deutchlorid verwandelt. Schliefst man aber den Zutritt der Luft aus, so ändert die Flüssigkeit ihre Farbe, und die Krystalle verschwinden. Die Kohle wird stark angegriffen, und liefert eine noch nicht untersuchte Verbindung in hellen, oft 2 Millim. langen Krystallen.

Auf demselben Wege lehrt *Becquerel* auch Doppelchloride etc. erzeugen. Man nehme, sagt er, eine Uförmig gebogene Röhre, gebe in den unteren Theil derselben nassen Sand oder reine Thonerde, und hierauf in einen Schenkel salpetersaures Kupfer und Kupferdeutoxyd, in den anderen die Hydrochloridlösung, mit der man den Versuch machen will. Hierauf tauche man in jeden Schenkel eine Kupferplatte, und verschliefse alle Öffnungen mit Mastix. Alsobald fängt das in das salpetersaure Salz getauchte Metallstück, das den negativen Pol vorstellt, an, sich mit metallischem Kupfer zu überziehen, die Salpetersäure wird frei, und bleibt entweder frei in der Röhre, oder hilft ein Salz bilden. Im anderen Schenkel oxydirt sich das Kupfer sehr schnell, und dieses ist die unerläfsliche Bedingung zur Chlorsodiumbildung. Ein Theil Chlor geht auf das positiv electrische oxydirte Kupfer über, und bildet Oxichlorid, das sich mit dem Sodiumchlorid vereinet. Nach und nach erscheint diese Verbindung in schönen tetraëdrischen Krystallen, die aber erst nach einem Jahre 2 — 3 Millim. grofs werden. Das Gelingen des Versuches hängt von der Schwierigkeit ab, mit der sich die in den zwei Schenkeln enthaltenen Flüssigkeiten mit einander mischen können, ohne die Übertragung des Oxygens zu hindern.

Wendet man einen stärkeren electrischen Strom an, wobei keine Reduction eintritt, so oxydirt sich das Kupfer in der Salzlösung nicht, und die beabsichtigte Verbindung kommt nicht zu Stande. Das oben gewonnene Doppelchlorid ändert seine Farbe auf eine merkwürdige Weise. Ohne Berührung mit Luft bleibt es unveränderlich, in Berührung mit Wasser zersetzt es sich schnell, das Sodiumchlorid löset sich auf, und das Oxichlorid präcipitirt sich. Einer damit angestellten Analyse gemäfs besteht dieses aus 1.70 Kupferoxyd und aus 0.40 Salz-

säure. Salzsaures Ammonium, salzs. Kalk, Kali, Baryt, Strontian, Magnesia geben mit Kupfer ähnliche auch in Tetraëdern krystallisirende Producte.

Silber liefert mit denselben salzsauren Salzen so wie Blei den vorigen isomorphe Verbindungen.

Mittelst desselben Verfahrens lassen sich auch Doppeljodide, Bromide etc. erzeugen.

Die hier besprochenen Mittel lassen sich auch zur Erzeugung krystallisirter Metalloxyde benützen. Um z. B. krystallisirtes Kupferprotoxyd zu erhalten, leitet *Becquerel* folgendes Verfahren ein: Man nimmt eine Glasröhre, die mit einem Boden versehen ist, und gibt Kupferdeutoxyd hinein, füllt sie hierauf mit einer gesättigten Auflösung von salpetersaurem Kupfer, taucht eine Kupferplatte darein, die zugleich das Kupferoxyd berührt, und schliefst hierauf die Röhre luftdicht. Nach Verlauf von 10 Tagen bemerkt man am Kupferplättchen kleine, kubische, metallisch glänzende Krystalle.

Um dieses Phänomen näher zu beleuchten, nimmt man zwei Porzellangefäfse, die mit einander mittelst eines Baumwolldochtes in Communication stehen, füllt sie mit einer Auflösung von salpetersaurem Kupfer, und taucht in jedes derselben das Ende eines Kupferplättchens, das an dem anderen mit einem sehr guten Multiplicator in Verbindung steht. Hier zeigt sich kein electrischer Strom, weil von beiden Seiten alles gleich ist. Bestreut man aber den Theil eines Kupferplättchens, der in die Auflösung reicht, mit Kupferdeutoxyd, so tritt bald ein Strom hervor, und das mit dem Oxyd in Berührung stehende Kupfer erscheint negativ, das andere positiv electrisch. Man hat also hier eine kleine Kette, welche an der Zersetzung des salpetersauren Kupfers arbeitet. Dasselbe geht nun beim vorhergehenden Versuche vor. Der Theil des Kupferplättchens, welcher

mit dem Kupferoxyd in Berührung steht, erscheint als negativer, der andere als positiver Pol. Daher zieht das Plättchen dort, wo es nicht vom Oxyd berührt wird, das Kupfer oder sein Oxyd an, und dieses krystallisirt, wenn der electrische Strom die angemessene Stärke hat, und den kleinsten Theilchen hinreichend Zeit gelassen wird, sich nach den Gesetzen der Krystallisation anzuordnen.

Das Phänomen der Ablagerung der Kupferkrystalle ist nach Verschiedenheit der dabei vorhandenen Menge von Kupferdeutoxyd sehr verschieden. Ist diese im Übermaſse vorhanden, so entfärbt sich die Auflösung nach und nach immer mehr, und verliert endlich ihre Farbe ganz. Dabei wird man an den inneren Wänden der Röhre Krystalle von salpetersaurem Ammoniak gewahr, und die Flüssigkeit enthält nur mehr dieses Salz und eine Spur von Kupfer aufgelöset; es verflieſsen aber oft sechs Monate und mehr, bis man letzteres wahrnimmt. Darauf hat die Luft keinen Einfluſs, indem alles luftdicht verschlossen ist, und das Ammoniak kann sich nur auf Kosten des Hydrogens, des Wassers, und des Azotes der Salpetersäure bilden.

Ist die Oxydmenge gering, so bilden sich wohl auch die Oxydkrystalle wie vorhin, aber sie verlieren nach und nach ihren Glanz, und erleiden bis zu einer bestimmten Grenze eine Veränderung. Die Auflösung bleibt aber immer farbelos, und erhält sich so, sobald die Veränderung der Krystalle ihre Grenze erreicht hat.

Die chemische Analyse lehrte, daſs das Kupferdeutoxyd, das sich abgesetzt hat, vom salpeterigsauren Kupfer herrühre, und gibt dadurch über den ganzen Hergang der Sache genügenden Aufschluſs. Das Kupferoxyd, womit die Kupferplatte in Berührung steht, bemächtiget sich eines Theiles der Salpetersäure, und daher kommt es, daſs die Stelle des Plättchens, welche

vom Oxyde berührt wird, auch mit einer Auflösung von salpetersaurem Kupfer in Berührung steht, die weniger gesättiget ist, als jene, worin sich der obere Theil des Plättchens befindet. Hieraus entspringt nur ein electrischer Strom, der obere Theil des Kupfers ist negativ, der untere positiv electrisch, und es muſs sich Kupferoxyd an jenem absetzen. Daſs diese Wirkung nur sehr schwach seyn kann, ist daraus ersichtlich, weil das Deutoxyd, als wässerliche Substanz, nur schwer auf die Säure des Salzes wirkt, und daher der Unterschied im Sättigungsgrade beider Auflösungen sehr gering ist.

Während allen diesen Erscheinungen entwickelt sich kein Gas. *Becquerel* meint, daſs sich das Oxygen, welches bei der Umwandlung des Deutoxydes in Protoxyd frei wird, zum unteren Theile des Plättchens, als zum positiven Pole der Kette begibt, um ihn zu oxydiren; da sich aber Ammoniak bildet, so muſs die zur Oxydation des Kupfers noch abgängige Oxydmenge durch Zersetzung des Wassers und der Säure erzeugt werden. Diese Zersetzung geht also nur so weit, als die zur Ammoniakbildung nöthige Quantität der Bestandtheile fordert.

Auf solche Weise ist die Wirkung des Deutoxydes auf die Auflösung des salpetersauren Salzes die letzte Veranlassung zur Entstehung des electrischen Stromes, und man bekommt es dadurch in seine Macht, die Intensität des Stromes nach Belieben stärker oder schwächer zu machen, indem man die Auflösung des salpetersauren Salzes mehr oder weniger concentrirt anwendet.

Andere Metalloxyde kann man auf ähnliche Weise erhalten. Z. B. um Bleiprotoxyd zu erhalten, wendet man eine Auflösung von unteressigsaurem Blei, gepulverte Bleiglätte, und einen Bleistreifen an.

Die durch electro-chemische Wirkungen entstan-

denen Producte erleiden durch das Licht eine bedeutende Veränderung. *Becquerel* gab in eine Glasröhre Kupferdeutoxyd, eine gesättigte Auflösung von salzsaurem Kupfer und ein Kupferplättchen, und schloſs hierauf den Apparat hermetisch. Die Flüssigkeit entfärbte sich nach und nach, und an das Kupfer setzten sich Krystalle von Kupferprochlorid ab. Jene Krystalle, welche auf der Lichtseite sich befanden, überzogen sich mit feinen Kupferprotoxydnadeln, an der entgegengesetzten Seite war von ihnen aber keine Spur bemerklich.

Nach *Becquerels* Ansicht kommt dieses entweder davon her, daſs die vom Lichte beschienene Seite des Kupfers sich gleichsam in einem anderen Mittel befindet, als die Schattenseite desselben, und daher eben so zu einem electrischen Pole wird, wie die Seiten des Kupfers, die sich in Flüssigkeiten von ungleicher Concentration befinden, oder es hat der Erdmagnetismus darauf einen Einfluſs, indem die Lichtseite nach dem Nordpol, die andere nach dem Südpol gelehnt war. Übrigens sind beides nur Ansichten, keineswegs ernste Behauptungen.

Ein besonderes electrisches Phänomen. Von *Emmett.*

(Phil. Mag. March. 1829, *p.* 170.*)*

Das Phänomen, dessen *Emmett* Erwähnung thut, wurde an einem Drahte bemerkt, der mit dem Reibzeuge einer besonders kräftigen Electrisirmaschine in Verbindung stand. Die Electrisirmaschine hat eine Kugel aus gemeinem Bouteillenglas von 18 Z. Durchmesser, einen Conductor von 3 F. Länge und 6 Z. Dicke, und gab Funken von 12 Z. und mehr. Sie befand sich in einem sehr trockenen Locale. Das erwähnte Phänomen bestand in Folgendem:

Wenn ein Funken an der Kugel erschien, so ver-

nahm man ein Geknister an obigem Drahte; nachdem das Locale, worin sich die Maschine befand, verfinstert worden war, so erschien der ganze Draht schön leuchtend, sobald ein Funken vom Conductor ins Reibzeug überschlug, und es erschienen daselbst an Stellen, die um $^1/_8$ — $^1/_{10}$ Z. von einander abstanden, Funken von $^3/_4$ Z. Länge.

Der Draht, an welchem man dieses Phänomen zuerst bemerkte, bestand aus Kupfer, und war $^1/_{20}$ Z. dick. Aber selbst als ein nur $^1/_{80}$ Z. dicker und gegen 70—80 F. langer Silberdraht angewendet wurde, konnte man dasselbe bemerken; es erschien der Draht in seiner ganzen Länge beleuchtet, die Funken, welche er aussendete, waren so lang wie vorher, nur nicht so leuchtend. Brachte man eine leitende Substanz auf $^1/_2$ Z. in die Nähe des Drahtes, so erhielt man an jeder beliebigen Stelle einen dichten, stechenden Funken. Wurde der Draht mit dem Goldblattelectrometer in Verbindung gesetzt, so ging bei jeder Beleuchtung desselben ein Funken von den Goldplättchen in die Zinnplättchen der Seitenwand über, aber die Plättchen divergirten kaum, und es war nur ein schwaches Schwanken an denselben bemerkbar, wiewohl die überschlagenden Funken $^1/_2$ Z. lang waren. Als man den Draht mittelst Glasstangen isolirt hatte, zeigte er sich durchaus negativ electrisch, und es konnte dieselbe Erscheinung bemerkt werden wie vorhin; nur wenn man das Goldblattelelectrometer in die Nähe brachte, divergirten die Plättchen stark, und es zogen lebhafte Funken von den Goldplättchen in die Seitenwände über, ohne jedoch erstere zu verletzen oder nur stark zu bewegen.

D. Über die Gestalt der Erde. Von *Biot.*

(Mém. de l'Acad. roy. des sc. Tome VIII., p. 1—67.)

Die Beantwortung der Frage über die Gestalt der Erde ist seit anderthalb Jahrhunderten der Gegenstand vielfacher Bemühungen gewesen, und hat in der neueren Zeit wieder eine besondere Aufmerksamkeit erregt. Seitdem man aber vom wirklichen Vorhandenseyn einer Abplattung der Erde überzeugt ist, hat man die Frage über ihre Gestalt bloſs darauf bezogen, die Gröſse dieser Abplattung zu bestimmen. Man hat daher vorausgesetzt, daſs es mit der elliptischen Form der Erde seine volle Richtigkeit habe, und nur mehr die nähere Bestimmung des Ellipsoides erübrige. *Biot* hat diesen Gegenstand von einer anderen Seite aufgefaſst, und vorzüglich die Zulässigkeit der Hypothese der elliptischen Form in nähere Betrachtung gezogen.

Biot prüft zuerst die drei vorzüglichsten, zur Bestimmung der Gestalt der Erde gebrauchten Mittel, die Gradmessung, die Einwirkung der Erde auf die Bewegung des Mondes, und den Zustand des Gleichgewichtes einer flüssigen um ihre Axe rotirenden Masse, in Betreff der Genauigkeit, mit welcher sie die Gestalt der Erde überhaupt angeben, und insbesondere in wie weit auf eine elliptische Gestalt derselben hinweisen. Gradmessungen, sagt *Biot*, lassen über das Abgeplattetseyn der Erde keinen Zweifel übrig, so wenig als dieses der Fall ist, wenn man den Zustand des Gleichgewichtes einer rotirenden flüssigen Masse berücksichtiget; will man aber weiter gehen, und die abgeplattete Gestalt der Erde genauer bestimmen, so stöſst man auf Abweichungen von derselben, die gröſser sind, als daſs sie von Beobachtungsfehlern herrühren könnten. Bei der Anwendung des zweiten oben angegebenen Mittels drückt

man die Wirkung der Erde auf den Mond durch eine Reihe aus, deren Glieder nach den verkehrten Potenzen der Distanzen geordnet sind, wovon das erste die Wirkung einer dem Erdsphäroid an Masse gleichen Kugel, das zweite die Zugabe ausdrückt, welche erfolgen mufs, wenn die Erde elliptisch gestaltet ist, die übrigen endlich alles jenes, was noch ferner zugesetzt werden mufs, um die Wirkung der Erde auf den Mond vollkommen darzustellen. Allein bei der grofsen Entfernung des Mondes von der Erde verschwindet die von den letzteren Gliedern der Reihe abhängige Wirkung, und der Erfolg ist so, als wäre die Erde ein vollkommenes Ellipsoid, selbst, wenn sie von dieser Gestalt nicht unbedeutend abweicht. Bei der Bestimmung der Gestalt der Erde nach den Gesetzen des Gleichgewichtes, denen eine rotirende flüssige Masse unterworfen ist, müssen eine Menge von Voraussetzungen gemacht werden, deren Zuläfsigkeit grofsen Zweifeln ausgesetzt ist; und wenn die Erde die diesen Gesetzen entsprechende Gestalt angenommen und nach dem Festwerden beibehalten hat, wenn sie nicht durch innere Revolutionen geändert worden ist, so mufs sie sich bei Gradmessungen und Pendelschwingungen zu erkennen geben.

Unter diesen Umständen ist es nicht erlaubt, eine elliptische Gestalt der Erde ohne weiteres anzunehmen, und nur die Beschaffenheit der Ellipse näher zu bestimmen, sondern man mufs erst durch Erfahrungen ausmitteln, ob die Hypothese der elliptischen Form angenommen werden dürfe oder nicht.

Wird die Gestalt der Erde als elliptisch angenommen, so mufs die Schwere vom Äquator gegen die Pole wachsen so wie das Quadrat der Breite zunimmt, und Pendelschwingungen, an verschiedenen Orten der Erde angestellt, müssen dieses Gesetz der Änderung der

Schwere ausdrücken, wenn obige Voraussetzung der Natur entspricht, und Abweichungen davon dürfen nicht grösser seyn, als sie aus den möglichen Beobachtungsfehlern entspringen, oder von localen und zufälligen Einwirkungen auf das Pendel herrühren können. *Biot* zeigt aber, dass die Abweichungen in der Länge der Pendel wirklich so gross und so continuirlich seyen, dass man sie nicht den letztgenannten Ursachen zuschreiben kann, und dass es demnach mit der elliptischen Hypothese übel stehe.

Zu den hiezu nöthigen Pendelbeobachtungen hat *Biot* mit seinem Sohne im Jahre 1824 eine Reise nach Italien und Spanien unternommen; von Seite der französischen Regierung wurde ihm zu diesem Zwecke ein Schiff zur Disposition gestellt, und auswärtige Regierungen haben ihn in der Erreichung seiner Absicht möglichst unterstützt. Der leider zu früh verstorbene österreichische General *Fallon* hat sogar den Punct, wo *Biot* beobachtete, in sein trigonometrisches Netz aufgenommen. Folgende Tafel enthält die Resultate dieser und mehrerer früherer Messungen dieser Art, und zwar so wie sie an jeder Station beobachtet worden sind, und mit der Correction für die Höhe des Beobachtungsortes über die Meeresfläche.

Beobachtungsort.	Nördliche Breite L	Beobachtete Pendellänge λ in Millim.	Höhe über d. Meeresfläche h	Correction $\frac{2h\lambda}{r}$	Corrigirte Pendellänge l
Unst	60° 45′ 25″	994.943083	8.50	0.002659	994.945742
Fort Leith . .	55° 58′ 37″	994.524453	21.00	0.006565	994.531018
Dünkirchen .	51° 2′ 10″	994.079137	4.00	0.001245	994.080382
Observatorium zu Paris (Meridiansaal) .	48° 50′ 14″	993.844842	70.25	0.021938	993.866780
detto. (Mauer Quad. Saal)	48° 50′ 14″	993.826473	63.00	0.019674	993.846147
Clermont Ferrand . . .	45° 46′ 48″	993.455560	406.00	0.126717	993.582277
Mailand . .	45° 28′ 1″	993.500800	150.08	0.046842	993.547642

Beobachtungs-ort.	Nördliche Breite L	Beobachtete Pendellänge λ in Millim.	Höhe über d. Meeresfläche h	Correction $\frac{2h\lambda}{r}$	Corrigirte Pendellänge l
Padua . . .	45° 24′ 3″	993.597710	30.67	0.009584	993.607294
Fiume . . .	45° 19′ 0″	993.563844	64.80	0.020227	993.584075
Bordeaux . .	44° 50′ 26″	993.447586	17.14	0.005349	993.452935
Figeac . . .	44° 36′ 45″	993.388214	223.00	0.069591	993.457805
Barcelona . .	41° 23′ 15″	993.230852	4.10	0.001279	993.2321312
Formentera .	38° 39′ 56″	993.006385	202.90	0.063275	993.0696597
Lipari . . .	38° 28′ 37″	993.076357	9.00	0.002807	993.0791638

An diese Beobachtungen schliefsen sich jene von Cap. *Kater* an, welche er mit einem Vergleichungspendel an mehreren in dem Meridian zwischen Unst und Formentera liegenden Puncten angestellt hat. Folgende Tabelle enthält die Resultate dieser Beobachtungen mit Einschlufs der Pendellänge, die für den Meridiansaal des Pariser Observatoriums aus der Londner Pendellänge berechnet wurde.

Beobachtungs-ort.	Nördliche Breite L	Beobachtete Pendellänge λ	Höhe über d. Meeresfläche h	Correction $\frac{2h\lambda}{r}$	Corrigirte Pendellänge l
Unst	60° 45′ 25″	994.935840	8.50	0.002659	994.938499
Portsoy . . .	57° 40′ 59″	994.681591	28.67	0.008962	994.690553
Fort Leith . .	55° 58′ 37″	994.528685	21.00	0.006565	994.535250
Clifton . . .	53° 27′ 43″	994.269356	103.33	0.032286	994.301642
Arbury - Hile .	52° 16′ 55″	994.152520	239.87	0.074943	994.227463
London . . .	51° 31′ 8″	994.114673	28.20	0.008748	994.123421
Shankin - Forin	50° 37′ 24″	994.024000	73.76	0.023040	994.047040
Pariser Observ.	48° 50′ 14″	993.838644	70.25	0.021938	993.860582

An mehreren Stationen, die beinahe in demselben Meridian liegen, wie z. B. zu Unst, Leith und Paris, sind Pendelbeobachtungen von zwei verschiedenen Observatoren angestellt worden, und man hat fast genau dieselben Resultate erhalten. Zu Formentera und Barcelona wurden die Beobachtungen mit

zwei Kugeln von verschiedener Gröfse angestellt, und von zwei Beobachtern hat jeder die einzelnen Theile der Operation wiederholt vorgenommen, so dafs man die da erlangten Resultate für eben so genau ansehen kann, wie die vorhin besprochenen. *Biot* hat zur noch gröfseren Sicherheit aus den Pendellängen, die an je zwei Örtern von geringem Breitenunterschiede gefunden wurden, die Pendellänge einer Mittelstation gefunden, indem er voraussetzte, dafs für sehr geringe Breitenunterschiede das Gesetz ohne merklichen Fehler angenommen werden kann, nach welchem die Schwere mit dem Quadrat der Breite wächst, und hat so sechs verschiedene Pendellängen gefunden, die nahe von 5 zu 5 Grade einem Meridianbogen von 22° entsprechen.

Es seyen l_1, l_2, l_3 etc. die Pendellängen, welche in Stationen von der Breite L_1, L_2, L_3 etc. beobachtet worden sind. Sind die Stationen einander so nahe, dafs man obiges Gesetz auf sie anwenden darf, und nennt man a und b die dem Stücke des Sphäroides, worauf sich jene Stationen befinden, entsprechenden Constanten, so hat man:

$$l_1 = a + b \sin.^2 L_1; \quad l_2 = a + b \sin.^2 L_2;$$
$$l_3 = a + b \sin.^2 L_3 \text{ etc.}$$

Bezeichnet L die Breite der Station, in welcher die Pendellänge l das arithmetische Mittel zwischen den Längen l_1, l_2, l_3 etc. hält, n die Anzahl der Stationen, so wird

$$l = \frac{1}{n}(l_1 + l_2 + l_3 + \ldots); \quad l = a + b \sin.^2 L.$$

Es ist aber auch

$$\frac{1}{n}(l_1 + l_2 + l_3 + \ldots) =$$
$$= a + \frac{b}{n}(\sin.^2 L_1 + \sin.^2 L_2 + \sin.^2 L_3 + \ldots);$$

mithin

$$\sin.^2 L = \frac{1}{n}(\sin.^2 L_1 + \sin.^2 L_2 + \sin.^2 L_3 + \ldots).$$

Mittelst zweier beobachteter Pendellängen kann man auch sowohl die Gröfse a, welche die Pendellänge unter dem Äquator bezeichnet, als auch den Coefficienten b bestimmen. Diese Rechnung für vier auf einander folgende Intervalle, welche die fünf zwischen Formentera und Unst gelegenen mittleren Stationen gaben, geführt, gaben eben so viele Werthe der Gröfsen a und b, und man konnte daraus entnehmen, ob ihr Werth constant oder veränderlich sey. Folgende Tafel enthält diese Werthe.

Combinirte Beobachtungen.	Mittlere Pendellänge l	Breite für l L	log. b	a
Unst: *Kater*, *Biot*	994.942120	60° 45′ 25″	0.7400047	990.758130
Leith: *Kater*, *Biot*	994.533134	55° 58′ 37″	0.7411971	990.747728
London u. Dünkirchen . .	994.101902	51° 16′ 38″	0.7425517	990.737225
Clermont und Figeac. . .	993 520041	45° 11′ 46″	0.6377051	991.334103
Barcelona : .	993.232131	41° 23′ 15″	0.5407604	991.713829
Formentera. .	993.069660	38° 39′ 56″		

Für die drei ersten Stationen ist der Coefficient b fast beständig, von Clermont und Figeac aber angefangen, bis Barcelona nimmt er schon merklich, von Barcelona bis Formentera hingegen sehr stark ab. Diese Abnahme ist so bedeutend, dafs die Beobachtungsfehler bei der Bestimmung der Pendellänge 0.08 bis 0.09 Millim. betragen müfsten, wenn sie in diesen ihren Grund haben sollte, welches sich bei dem heutigen Zustande der Dinge durchaus nicht annehmen läfst. Etwas ähnliches zeigt sich an der Länge a des Äquatorialsecundenpendels.

Der Werth dieser Länge ist für die ersten drei Stationen fast constant, jedoch zu klein, denn directe Beobachtungen geben sie gleich 991.005776 Mill. Die Stationen, welche über den 45sten Breitengrad hinaus liegen, geben diesen Werth zu klein, und jene, deren Breite unter 45° ist, zu groſs, und man kann weder die eine noch die andere Abweichung von Beobachtungsfehlern herleiten.

Merkwürdig ist es, daſs diese Unregelmäſsigkeiten mit denen übereinstimmen, welche sich bei Gradmessungen desselben Meridians eingefunden haben. Nach *Delambre's* Tabelle zeigt sich die gröſste Anomalie bei den in Frankreich gemessenen Graden zwischen dem Parallelkreise von 44° 41′ 48″ und dem von 47° 30′ 46″, und es ergibt sich daraus eine successive Verzögerung im Zuge der Krümmung zwischen Formentera und Barcelona, also gerade da, wo auch Pendelbeobachtungen auf dasselbe hinweisen.

Einen anderen Beweis für das Daseyn einer Abweichung der Gestalt der Erde von einem Ellipsoid liefert eine Beobachtung des Cap. *Duperrey*. Dieser übertrug mit aller möglichen Sorgfalt zwei Pendel von Paris nach Toulon, und von Toulon nach Paris. Man konnte leicht aus der bekannten Länge des einfachen Pendels für Paris diese Gröſse für Toulon berechnen, und sie auf die Meeresfläche und den leeren Raum reduciren, sobald die Anzahl der Schwingungen desselben Pendels in beiden Stationen innerhalb derselben Zeit gegeben war. Als Pendellänge für Paris wurde jene angenommen, die sich aus zwei von *Borda* unternommenen Bestimmungen im Mittel ergab, und eben so für Toulon jene, die aus zwei von *Duperrey* gemachten Beobachtungen folgte. Man fand für Paris (Breite 48° 50′ 14″) die Länge des einfachen Pendels 993.856463, und für Toulon (Breite 43°

7′ 20″) gleich 993.365222, und aus diesen beiden Werthen ergibt sich log. $b = 0.6933747$, und die Länge des Secundenpendels am Äquator $= 991.058878$. Demnach ist b hier kleiner als es sich aus den von 45° bis Dünkirchen, und gröſser, als es sich aus den von 45° bis Barcelona angestellten Beobachtungen ergibt, ja der Werth dieser Gröſse, welcher sich aus den zwischen dem 49sten und 43sten Grade angestellten Beobachtungen ergibt, nämlich 0.6933747, ist fast genau das Mittel zwischen 0.7425517 und 0.6377051, als denjenigen Werthen, welche b aus den Ergebnissen der Beobachtungen erhält, die von 51° — 40° reichen.

Mittelst des Werthes $b = 0.6933747$ muſs sich mit hinreichender Annäherung die Pendellänge für die zwischen Toulon und Paris liegenden Stationen berechnen lassen; ja selbst wenn man ihn zur Berechnung der Pendellänge für Orte nahe in dem Parallelkreis von Clermont, Figeac und Barcelona anwendet, erhält man Resultate, die mit den Ergebnissen der Beobachtung so gut übereinstimmen, als es die wahrscheinlichen Beobachtungsfehler und etwaige locale Störungen erlauben. Man erhält nämlich die berechnete Pendellänge für Clermont-Ferrand 993.594064, die beobachtete 993.582277, Differenz -0.011787; für Figeac die berechnete Pendellänge 993.493494, die beobachtete 993.457805, Differenz $+0.035689$; für Barcelona die berechnete Pendellänge 993.216485, die beobachtete 993.232131, Differenz -0.015646.

Zu demselben Schlusse, zu welchem man nach den bisher gebrauchten Beobachtungen gelangt, führet auch eine Verbindung jener Observationen, die Cap. *Sabine* zu Spitzbergen und Drontheim in Norwegen angestellt hat, mit den von *Biot* zu Padua und Lipari gemachten. Die Verknüpfung dieser Beobachtungen konnte mittelst

des vom Cap. *Kater* zu London beobachteten absoluten Pendels gemacht werden, das mit dem von *Biot* zu Unst, Leith und zu Paris gebrauchten übereinstimmte. Man erhält so vier absolute Pendellängen, die innerhalb 41° ½ beobachtet wurden, und in folgender Tabelle angegeben sind, wo l die auf die Meeresfläche und auf den leeren Raum reducirte Pendellänge, L die nördliche Breite des Beobachtungsortes, b den Coefficienten des Quadrates des Sinus der Breite, und a die Länge des Äquatorialpendels bezeichnet.

Beobachtungsort	l	L	log. b	a
Spitzberg . .	996.035870	79° 49′ 58″	0.7821340	990.169277
Drontheim . .	995.013219	63° 25′ 54″	0.6811560	991.174193
Padua . . .	993.607295	45° 24′ 3″	0.6440546	991.373420
Lipari . . .	993.079164	38° 28′ 37″		

Auch hier nimmt b mit der geographischen Breite ab, und der Werth von a, der für den nördlichen Theil des Bogens zu klein ist, wird für den südlichen zu grofs, wie im Meridian von Unst und Formentera.

Aus allen diesem geht hervor, dafs sich die Intensität der Schwere im europäischen Continente von dem Gesetze der Elliptícität sehr stark entfernt.

Nun handelt es sich darum, die in der Nähe des Äquators beobachteten Pendellängen mit den vorhin gebrauchten zu verbinden, und daraus den Werth von b und a abzuleiten. Zu diesem Behufe verwendet *Biot* die von Cap. *Sabine* gemachten Pendelbeobachtungen. Eine solche brauchbare Beobachtung wurde auf St. Thomas (Br. 0° 24′ 41″), also nahe an dem Puncte angestellt, wo der Meridian von Unst den Äquator schneidet. Aus einer Vergleichung der gefundenen absoluten Pendellänge mit der von Formentera ergibt sich

$$\log. b = 0.7005968 \quad \text{und} \quad a = 991.110622,$$

daher ist hier b nahe so, wie es sich aus den nördlichern Breiten ergibt, und nimmt daher nicht stätig mit der Breite ab, wie es die europäischen Beobachtungen allein für sich anzuzeigen schienen. Daſs aber dieses nicht bloſs in dem Meridian von Formentera Statt finde, zeigt eine Vergleichung der Beobachtungen zu Neu-York (Br. 40° 42′ 43″) und der zu Jamaika (Br. 17° 56′ 7″). Aus diesen findet man nämlich

$$\log. b = 0.7075788, \quad a = 990.988870.$$

Die Äquatorialpendellänge ist hier um 0,121752 kleiner als oben, eine Abweichung, die einen besonderen Grund haben muſs. Aus absoluten Pendellängen ergibt sich, daſs dieser darin liegt, daſs die Schwere zu Neu-York etwas geringer als zu Barcelona, aber in Jamaika schwächer ist als auf St. Thomas. Dadurch wird nämlich die Pendellänge am Äquator im Meridian von Neu-York und Jamaika verhältniſsmäſsig verkürzt. Es ist demnach zu St. Thomas eine locale Ursache vorhanden, welche daselbst das Pendel zu lang angibt.

Zwei andere Beobachtungsstationen *Sabine's*, die in demselben Meridian liegen, sind in Grönland (Br. 74° 32′ 19″) und in Sierra-Leone (Br. 8° 29′ 28″). Benützt man die daselbst gefundenen Pendellängen zur Bestimmung der Gröſsen a und b, so findet man:

$$\log. b = 0.7087658, \quad a = 990.995850.$$

Um diese Werthe mit jenen vergleichen zu können, die man aus Beobachtungen in Frankreich und Schottland deducirt hat, muſs man vorerst die Beobachtung von Unst mittelst des mittleren der Breite von Unst entsprechenden Coefficienten auf die Breite von Grönland reduciren. Reducirt man auch die Pendellänge von St. Thomas auf die Breite von Sierra-Leone mittelst des zu

Formentera gehörigen Coefficienten, so erhält man:

$$\log. b = 0.7091298, \quad a = 991.108451.$$

Wiewohl nun der Coefficient b in beiden Stationen fast denselben Werth hat, so ist doch a fast um 0.12 Mill. in einem Falle kleiner als im anderen, woraus man schliessen kann, dass zu Unst die Schwere gegen die von Formentera in einem grösseren Verhältnisse verstärkt ist, als die Hypothese der Ellipticität zulässt. Dieses zeigt sich auch bei einer Vergleichung der zu Unst und Drontheim beobachteten Pendellängen, so dass der übermässige Zuwachs der Schwere zu Unst keinem Zweifel unterliegen kann. Er kann nicht bloss scheinbar seyn, und etwa von einem Beobachtungsfehler herrühren; denn sollte letzteres der Fall seyn, so müsste man sich in der Zahl der Pendelschläge innerhalb 24 Stunden um 6.585 Einheiten geirrt haben.

Nachdem nun *Biot* seine eigenen und fremde Beobachtungen, die vollkommen oder doch nahe in demselben Meridiane angestellt wurden, mit einander verglichen, und daraus die kaum mehr zu bezweifelnde Wahrheit gefolgert hat, dass die Hypothese der Ellipticität für die Gestalt der Erdmeridiane unzulässig sey, geht er zur Vergleichung solcher Beobachtungen über, welche in demselben Parallelkreis fallen. Da die wirklich gemachten Beobachtungen nicht genau in derselben Breite angestellt wurden, so musste man sie erst auf eine mittlere Breite reduciren. Für kleine Breitenunterschiede liess sich wieder die vorhin gebrauchte Methode anwenden, nach welcher man sich des Gesetzes bedient, dass die Pendellänge wie das Quadrat des Sinus der Breite wächst.

Zuerst wurde jener Parallelkreis vorgenommen, in dessen Nähe Bordeaux und Fiume liegt, und beide Stationen auf einerlei Breite reducirt mittelst des Coefficien-

ten, dessen Log. 0,6933747 ist, und der sich aus den von *Duperrey* zu Paris und Toulon angestellten Beobachtungen ergab. Man fand die Resultate, welche folgende Tafel enthält:

Beobachtungsort.	Pendellänge auf 45° reducirt.	Abstand vom mittleren Werth.
Bordeaux	993.465300	— 0.055051
Figeac	993.487856	— 0.032495
Clermont	993.521794	+ 0.001443
Mailand	993.511431	— 0.008920
Padua	993.576209	+ 0.055858
Fiume	993.559517	+ 0.039166

Der mittlere Werth der Pendellänge für die nördliche Breite von 45° ist 993.520351.

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daſs die Intensität der Schwere zu Bordeaux, als an der westlichsten Station, am kleinsten ist; zu Figeac ist sie gröſser, zu Clermont noch gröſser, und hat nahe den mittleren Werth. Zu Mailand an der anderen Seite der Alpen ist sie fast so groſs wie zu Clermont, zu Padua ist sie viel gröſser, und hat überhaupt hier ihren gröſsten Werth, der vom mittleren um eben so viel absteht, als der kleinste zu Bordeaux Statt habende. Die Differenz zwischen beiden Stationen kommt einem Pendellängenunterschiede von 0.110809 Mill. gleich, welches einer täglichen Variation von 4.818 Sec. im Gange einer Uhr entspricht. Auch zu Fiume spricht sich die gesteigerte Intensität der Schwere noch aus, wiewohl in einem geringeren Grade. Man kann demnach aus allen diesem schlieſsen, daſs es in diesem Parallelkreise eine weit um sich greifende Ursache gebe, wodurch die Schwere von West

gegen Ost gesteigert wird. Man kann nicht wohl annehmen, daſs diese Ursache in der vulcanischen Beschaffenheit Italiens liege, da Beobachtungen zu Lipari mitten unter thätigen Vulcanen und am Abhange eines alten Kraters zwar eine nur etwas gröſsere Schwere nachweisen als zu Formentera, wo an Vulcane nicht zu denken ist. Geodetische Messungen verbreiten darüber mehr Licht, denn sie geben in diesem Parallelkreise eine successive Abnahme der Grade, die da anfängt, wo die Schwere am geringsten ist, und sich auf 187 Meter beläuft, und daher gewiſs nicht von Messungsfehlern herrührt.

Auf ähnliche Weise kann man die Schwere im Parallelkreise von 75° kennen lernen, in dessen Nähe die Beobachtungsstationen von Grönland (Br. 74° 32′ 19″), Spitzbergen (Br. 79° 49′ 18″) und Hammerfest (Br. 70° 40′ 5″) liegen. Reducirt man die daselbst gefundenen Pendellängen auf den Parallelkreis von 75°, so findet man mittelst des Coefficienten log. $b = 0.7821340$ folgende Werthe:

Beobachtungsort.	Pendellänge bei 75° Br.	Abstand vom Mittelwerthe.
Grönland	995.771175	— 0.021868
Spitzberg	995.818925	+ 0.025882
Hammerfest . . .	995.789029	— 0.004014

Die mittlere Pendellänge unter 75° beträgt 995.793043.

Die hier Statt findenden Differenzen liegen innerhalb der Grenzen der möglichen Beobachtungsfehler, und man kann daher für hohe europäische Breiten in Wahrheit log. $b = 0.7821340$ setzen, ja sogar mittelst desselben Werthes die Polarpendellänge bestimmen.

Nimmt man nach der im Anfange dieser Abhandlung festgesetzten Regel die mittlere der drei beobachteten Pendellängen als jene an, welche der Breite von 74° 35′ 25″.6 entspricht, so hat man für diese Breite als Werth der Pendellänge 995.771159 Mill., und die Polarpendellänge gleich 996.188963 Mill. Hätte man statt des hier gebrauchten Coefficienten den gewählt, welcher sich aus den zu Leith und Edinburg angestellten Beobachtungen ergibt, und der viel kleiner ist; so hätte man doch ein Resultat gefunden, das sich vom vorhergehenden nur um 0.03 Mill. unterscheidet. Man darf daher nicht besorgen, etwa durch Einführung eines nicht vollkommen richtigen Coefficienten ein fehlerhaftes Resultat gefunden zu haben.

Nun erübriget noch, die in der Nähe des Äquators angestellten Pendelbeobachtungen zur genauen Bestimmung der Länge des Äquatorialpendels zu benützen. *Biot* bewerkstelliget dieses dadurch, daſs er zuerst alle Pendelbeobachtungen, die in der heiſsen Zone gemacht wurden, zur Bestimmung der Pendellänge unter 20° nördl. Breite benützt, und hierauf aus dem Mittelwerthe aller dieser Bestimmungen auf die Länge des Pendels am Äquator einen Schluſs macht. Bezeichnet man nun wieder die Länge des Secundenpendels am Beobachtungsorte, auf die Meeresfläche und auf den leeren Raum reducirt, mit l, die Pendellänge bei 20° n. Br. mit l_{28}, und die Äquatorialpendellänge mit a; so kann man aus folgender Tafel eine Übersicht der Ergebnisse für den vorhin besprochenen Zweck erlangen:

Beobachtungsort.	Breite.	l	l_{20}	a
Mowi . . .	20° 52′ 7″ N.	991.774588	991.654779	991.058181
Jamaika .	17° 56′ 0″ N.	991.472505		
Rio - Janeiro . .	22° 55′ 13″ S.	991.695571	991.639828	991.043230
Ile de France .	20° 9′ 40″ S.	991.770680		
Guam . . .	13° 37′ 51″ N.	991.454976	991.201541	991.021374
Trinité . .	10° 38′ 56″ N.	991.063639		
Sierra-Leone .	8° 29′ 28″ N.	991.107348		
Bahia . . .	12° 59′ 21″ S.	991.220270	991.210861	991.030694
L'Ascension . .	7° 55′ 48″ S.	991.195850		
St.Thomas	0° 24′ 41″ N.	991.110881	990.981597	991.891597
Rawak . .	0° 1′ 34″ S.	990.946598		
Maranham	2° 31′ 43″ S.	990.897503		
Mittelwerth des Secundenpendels unter dem Äquator				991.027015

Die Resultate der einzelnen Stationen mit einander verglichen geben gröſsere Differenzen, als dieses in demselben Parallelkreise bei gröſseren Breiten der Fall war. Dessen ungeachtet stimmen die Äquatorialpendellängen so nahe mit einander überein, daſs die Abweichungen immer von Beobachtungsfehlern herzurühren scheinen.

Nimmt man nun das hier Erörterte mit dem Vorhergehenden zusammen, so erhält man als Pendellänge

am Pole . . . . . . = 996.188963,
in der Breite von 45° = 993.520351,
am Äquator . . . . = 991.027015.

Setzt man in der Formel $l = a + b \sin.^2 L$ für L die Werthe 0°, 45°, 90°, so wird nach der Reihe $l = a$, $l = a + \frac{1}{2} b$, $l = a + b$, mithin sind dieser gemäſs die ersten Differenzen der Reihe, deren Glieder obige Werthe von l sind, einander gleich, mithin die zweiten Differenzen gleich Null. Sucht man aus obigen numerischen

Werthen die Differenzen, so findet man sie nicht einander gleich, zum Beweise, daſs die elliptische Hypothese über die Gestalt der Erde nicht zuläſsig sey.

Will man nun aus Pendelbeobachtungen nach der *Clairaut*'schen Regel die Gröſse der Abplattung der Erde finden, so erhält man ein verschiedenes Resultat, je nachdem man die am Äquator gefundene Pendellänge mit der in einem oder in einem anderen Theile einer Hemisphäre beobachteten combinirt. So z. B. erhält man aus der Benützung der Pendellänge bei 90° bis 45° $b = 5.337224$, während man aus Pendellängen, die innerhalb 45° — 0° oder 90° — 0° enthalten sind,

$$b = 4.986672 \quad \text{und} \quad b = 5.161948$$

findet. Aus ersterer Annahme erhält man als Abplattung der Erde $\frac{1}{306.33}$, aus der zweiten $\frac{1}{276.38}$, aus der letzten endlich $\frac{1}{290.59}$. Es ist merkwürdig, daſs der erstere Werth mit dem von den Ungleichheiten des Mondes abgeleiteten, der zweite mit dem von *Freycinet* aus Beobachtung zwischen 0° — 45° Br. gefundenen, und der letzte mit dem von *Sabine* aus Pendellängen innerhalb des Äquators und Spitzbergen deducirten nahe zusammenfällt.

Nach dieser Untersuchung geht *Biot* darauf aus, durch Erfahrungen darzuthun, ob die absolute Intensität der Schwere in beiden Hemisphären gleich ist. Zu diesem Behufe wurden zuerst die Pendellängen, welche *Freycinet*, *Duperrey* und *Brisbane* am Cap der guten Hoffnung, zu Port Jackson und zu Paramata beobachtet haben, benützt, um die Pendellänge für den mittleren Parallelkreis dieser Stationen, nämlich für 33° 51′ 48″.5 s. Br. zu finden. Man fand sie gleich 992.571514. Die Beobachtungen zu Neu-York und Barcelona lieferten die

Pendellänge für dieselbe Breite in der nördlichen Halbkugel gleich 992.584291, mithin ist die Differenz 0.012777, d. h. sehr klein, so daſs man die Intensität der Schwere in beiden Parallelkreisen für gleich annehmen kann. Etwas gröſser, nämlich gleich 0.043364, fällt die Differenz in den Pendellängen aus, die man für die Breite von 51° 33′ 31″.8 in beiden Hemisphären gefunden hat, und es ist auch hier wieder die Schwere in der nördlichen Halbkugel intensiver als in der südlichen, indeſs läſst sich aus so wenigen Beobachtungen doch kein ganz sicheres Resultat schöpfen, sondern man muſs mit der Entscheidung obiger Frage warten, bis Beobachtungen in gröſseren südlichen Breiten weitere und festere Vergleichungspuncte liefern.

Zum Schlusse dieser Abhandlung gibt *Biot* noch einige wichtige Winke über das, was in Betreff der Pendelbeobachtungen noch zu wünschen übrig bleibt, damit sie der Theorie der Erde einen wesentlichen Vorschub geben können. Er meint, man müsse vorzüglich die Einwirkungen näher kennen lernen, welche die Intensität der Schwere modificiren, und darum nicht an beliebigen Puncten Beobachtungen anstellen, sondern solche wählen, welche sich an die bereits näher untersuchten anschlieſsen. Dasselbe ist bei den Gradmessungen der Fall, sie mögen sich auf Meridiane oder auf Parallelkreise beziehen. Er wünscht besonders, daſs der groſse in Europa gemessene Meridianbogen bis Africa verlängert würde, und daſs an der englischen Niederlassung zu Cap Coast, die nahe am Äquator und in dem Meridian von Shetland liegt, solche Operationen begonnen würden, ferner daſs man den von Bordeaux bis Fiume gezogenen Parallelkreis bis zum schwarzen Meere verlängern möchte.

Erklärung.

Da der Aufsatz über die wässerigen Meteore auf den Zipser Alpen in Ungarn im fünften Bande der Zeitschrift für Physik und Mathematik, welchen ich der verehrten Redaction mit dem Zusatz: »Ein Beitrag zur vaterländischen Meteorologie nach eigenen Beobachtungen und Erfahrungen eines Zipsers« ohne Beifügung meines Namens übermacht hatte, von derselben unter meinem Namen: »Vom Dr. *G. C. Rumy.* Ein Beitrag zur vaterländischen Meteorologie« eingerückt wurde, entweder weil sie mich für den Verfasser hielt, oder weil sie mich dadurch als Einsender bezeichnen wollte, so halte ich für meine Pflicht, theils um jedes Mifsverständnifs zu heben, theils, weil ich mich nicht mit fremden Federn schmücken will, zu erklären, dafs dieser schätzbare Aufsatz nicht mich, sondern meinen vieljährigen (durch 26 Jahre) Freund und Landsmann, *Thomas Mauksch*, einen bereits 79jährigen Greis zu Käsmark in der Zipser Gespannschaft, einen um die vaterländische Botanik, Mineralogie, Meteorologie, Öconomie und Gebirgsbeschreibung hochverdienten Zipser Gelehrten zum Verfasser hat, und ich an demselben keinen anderen Antheil habe, als dafs ich hin und wieder Anmerkungen beifügte, und den Styl, wo ich es für nöthig fand, verbesserte. Dieser Aufsatz ist eigentlich ein Fragment aus dem handschriftlichen Werke dieses meines alten gelehrten Freundes: »Wegweiser durch die Zipser Alpen,« welches er mir im Jahre 1826, als ich ihn auf einer Reise in mein Vaterland, die Zipser Gespannschaft, zu Käsmark besuchte, mit der Bitte einhändigte, für dieses Werk, wo möglich, einen Verleger in Wien oder Ungarn anzuwerben, da sein Alter und

sein Mangel an Bekanntschaft mit Verlegern ihn dazu weniger als mich eignen. Leider bemühete ich mich bisher vergeblich, in Wien und Ungarn einen Verleger auf sein treffliches Werk, welches eine wesentliche Lücke in der vaterländischen Orographie (Gebirgslehre) ausfüllen würde, zu finden: kein Buchhändler wollte es wagen, dasselbe zu verlegen, da sie bei einer Monographie nur auf wenige Käufer rechnen. Theils um auf dieses treffliche handschriftliche Werk Buchhändler und Freunde der vaterländischen Litteratur aufmerksam zu machen, theils durch zu empfangendes Honorar einen Theil der Druckkosten des für den Fall des Mangels eines Verlegers beschlossenen Selbstverlags herbeizuschaffen, entschloſs ich mich zur theilweisen Herausgabe mehrerer Bruchstücke dieses Wegweisers der Zipser Alpen in physikalischen und geographischen Zeitschriften, und behielt mir vor, meinen Freund als Verfasser nur dann zu nennen, wenn diese Fragmente Beifall erhalten würden. Damit man nun aber wegen der Beifügung meines Namens bei dem Aufsatze über die wässerigen Meteore auf den Zipser Alpen nicht mich für den Verfasser halte, und weil dieser Aufsatz den verdienten Beifall bereits erhalten hat, so nenne ich meinen verehrten Freund *Mauksch* als Verfasser.

Einige topographische Fragmente aus diesem Wegweiser durch die Zipser Alpen habe ich im Wanderer 1828 in derselben Absicht anonym mitgetheilt, noch mehrere gedenke ich im Archiv für Geschichte, Statistik u. s. w. mitzutheilen.

Möge es nun, nach diesen Proben, einem soliden Buchhändler im österreichischen Kaiserstaate gefallen, das ganze Werk (das ein Alphabet stark ist) in Verlag zu nehmen, und sich deſswegen an mich zu wenden, damit der gelehrte Greis noch am Abende seines Lebens

die Freude habe, sein ganzes Werk, welches die Resultate *vierzigjähriger Bereisungen der Zipser Alpen*, an deren Fuſse er geboren ist und (mit Ausnahme seiner Universitätsjahre) stets lebte, enthält, gedruckt zu sehen, und dafür ein anständiges und billiges Honorar zu erhalten. Das ganze Werk ist von mir (gleichfalls einem gebornen Zipser) mit Anmerkungen begleitet. Sollte sich nicht binnen eines Jahres ein Verleger finden, so werde ich das Werk entweder auf Pränumeration oder als Selbstverleger herausgeben.

Dr. *Georg Karl Rumy*,
erzbischöflicher Professor der vaterländischen Rechte zu Gran, früher Professor der Naturwissenschaften, Öconomie und Technologie.

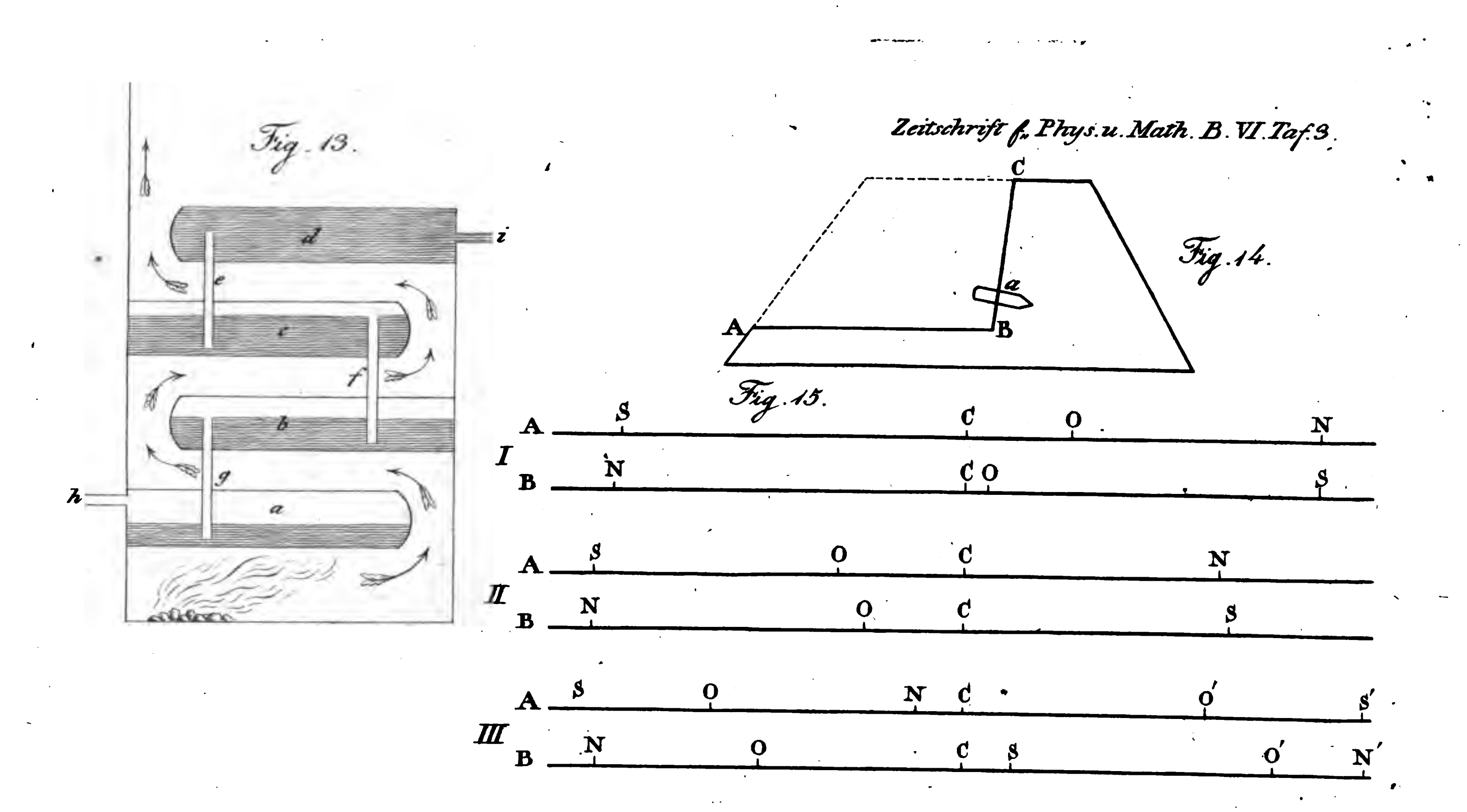
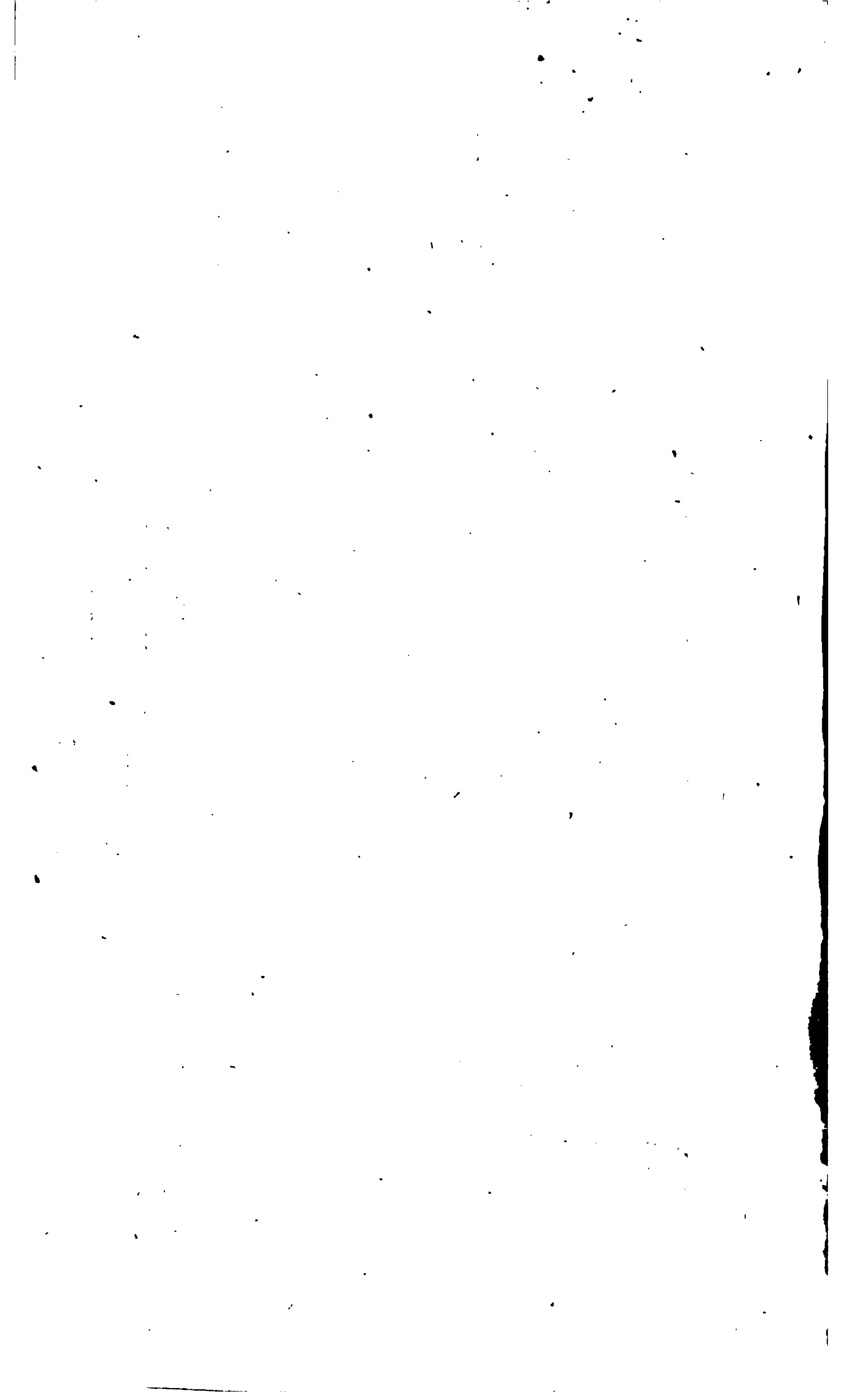


Fig. 13.
a
b
c
d
e
f
g
h
i
Fig. 14.
A
B
C
a
Fig. 15.
I
II
III
A
B
S
N
C
O
O′
S′
N′



ZEITSCHRIFT
FÜR
PHYSIK UND MATHEMATIK.

I.

Die Einwürfe des Herrn Prof. *Weiſs* gegen die naturhistorische Methode der Mineralogie;

beantwortet von

Friederich Mohs.

Es hat dem Hrn. Professor *Weiſs* in Berlin, indem er sein Mineralsystem, nebst einer Einleitung über die Bildung des natürlichen Systems, bekannt macht *), gefallen, besondere Rücksicht auf das naturhistorische Mineralsystem zu nehmen, welches ich in mehreren meiner Schriften zu entwickeln versucht habe. Ich bin dem Verfasser für diese Auszeichnung verbunden, und glaube ihm dadurch den besten Beweis meiner Erkenntlichkeit geben zu können, daſs ich seinem Aufsatze eine gleiche Aufmerksamkeit widme, die wichtigsten Begriffe desselben berichtige, und die darin enthaltenen Angriffe und Einwendungen gegen das naturhistorische System widerlege. Ich habe mich auf solche Widerlegungen bisher nie eingelassen, obwohl ich oft dazu veranlaſst gewesen wäre; eines Theils, weil die Absicht der Angriffe offen vor Augen lag, andern Theils, weil ich weiſs, daſs die Urheber derselben nicht zu überzeugen sind, und der Unparteiische, dem daran liegt, die Wahrheit zu finden,

*) Archiv für Mineralogie, Geographie, Bergbau und Hüttenkunde. Erster Band, erstes Heft, S. 5.

wenn er die nöthige Einsicht dazu besitzt, nichts bedarf, als eine gründliche Vergleichung meiner Sätze, mit dem, was gegen sie eingewendet worden ist. Noch weniger habe ich selbst eine Person, oder ein Lehrgebäude angegriffen. Das erste nicht, weil ich dazu nicht geneigt bin; das andere nicht, weil mir keines im Wege gestanden, durch dessen Hinwegräumung ich der naturhistorischen Methode hätte Raum verschaffen müssen, und, um aufrichtig zu reden, weil die meisten auf so schwachen Füſsen gestanden haben und stehen, daſs es überflüssig wäre, ihren Boden zu untergraben, um ihren Einsturz herbei zu führen. Hr. *Weiſs* ist ein Mann, dessen Kenntnisse und Einsichten in der Mineralogie ich ehre, und dem ich keine andere Absicht zutraue, als die Aufklätung der Wahrheit und die Beförderung ihrer Verbreitung. Dieſs wird die gegenwärtige Ausnahme von meiner bisher befolgten Maxime erklären, und mich vielleicht in den Stand setzen, sie künftig desto ungestörter beibehalten zu können. Ich werde die Abhandlung des Hrn. *Weiſs* vollständig und genau durchgehen, mich dabei an die Folge seiner Sätze in den §§. halten, weſswegen mir der Leser einige Wiederholungen, Mangel an Zusammenhang u. d. gl. zu Gute halten wird, diese Sätze mit der Gründlichkeit und dem Ernste untersuchen, welche der Gegenstand erfordert, alle Persönlichkeit dabei entfernen und, indem ich einerseits die Achtung gegen den Verfasser nicht verletze, andererseits die Wahrheit dadurch achten, daſs ich sie mit aller Freimüthigkeit zu erkennen gebe.

Hr. *Weiſs* erklärt §. 1: »ein natürliches System sey »dasjenige, welches die Zusammenstellung und Sonde»rung der von ihm darzustellenden Naturkörper mit Be»rücksichtigung der gesammten Natur derselben anord»net, folglich keine ihrer Eigenschaften unerwogen läſst,

»um den Körpern ihre richtige Stelle im Systeme anzu» weisen.« Ein System ist das Product oder das Resultat einer Wissenschaft *), und läſst sich in Hinsicht auf seine Richtigkeit und die Consequenz seiner Ausführung nur nach dieser beurtheilen. So das System der Botanik nach der Naturgeschichte des Pflanzenreiches, so das *naturhistorische* System der Mineralogie nach der Naturgeschichte des Mineralreiches. Was ist nun die Wissenschaft, deren consequente Folge ein System von den Eigenschaften seyn kann, welche Hr. *Weiſs* von dem natürlichen fordert? Die Naturgeschichte kann es nicht seyn, das leuchtet ein. Denn diese, obwohl Zusammenstellung und Sonderung der darzustellenden Naturkörper ihr Geschäft ist, betrachtet bloſs die naturhistorischen Eigenschaften, und zwar *lediglich* zum Behufe der *Darstellung* des Einzelnen und Ganzen, und zum Behufe der Bestimmung des erstern; die Naturlehre (Physik mit Inbegriff der Chemie) auch nicht, denn diese, indem Zusammenstellung und Sonderung, überhaupt *Darstellung der Naturkörper*, ihr Geschäft *nicht* ist, kann auch die Eigenschaften, welche sie an denselben betrachtet, nicht zum Behufe der Darstellung, sondern muſs sie zur *Erklärung* der Erscheinungen anwenden, welche diese Körper, es sey in ihrem ursprünglichen oder in einem veränderten Zustande, darbieten, d. i. zur Erforschung der Kräfte, durch welche diese Erscheinungen hervorgebracht werden, und der Darstellung der Gesetze, nach welchen diese wirken; womit die Naturgeschichte nichts zu thun hat. Auſser der Naturgeschichte und Naturlehre gibt es aber keine *Naturwissenschaft*. Anstatt hieraus die harte Folge zu ziehen, welche, in Berücksichtigung der Eigenschaften, die ein Inbegriff von Erkenntnissen

*) Hrn. *Van der Null's* Mineralien-Cabinett. Einl. S. V.

besitzen muſs, wenn er würdig befunden werden soll, *eine Wissenschaft* genannt zu werden, gleichwohl nicht unrichtig, sondern sogar nothwendig seyn würde: daſs die Wissenschaft, deren Product ein natürliches System im Sinne des Verf. seyn könnte, keine der Naturwissenschaften sey; wollen wir lieber annehmen, daſs sie aus der Verbindung beider entstehe. Ohne Zweifel (ich denke, Hr. *Weiſs* wird dieſs zugeben) muſs eine jede Wissenschaft *eigenthümliche* Principien enthalten, widrigenfalls kein Grund vorhanden wäre, sie als besondere, für sich bestehende, Wissenschaft zu betrachten. Die Verbindung zweier Wissenschaften erfordert aber eine Verbindung der beiderseitigen Principien nach einem bestimmten und unwandelbaren Verhältnisse. Allein diese (wenigstens die einen oder die andern) würden aufhören Principien zu seyn, wenn sie eine solche Verbindung gestatteten: um so mehr, wenn das erwähnte Verhältniſs das Verhältniſs der Unterordnung wäre. Die Bestimmung dieses Verhältnisses setzt Hrn. *Weiſs*, wie die Folge lehren wird, in nicht geringe Verlegenheit, und eröffnet der Willkür (Convenienz u. s. w., siehe mehrere der folgenden §§.) das Thor. Bald gesteht er dem einen, bald dem andern das Übergewicht zu, und zwar unter Bedingungen, die ebenfalls willkürlich sind (§. 10), und dieſs veranlaſst die Discussionen (§. 8), auf welche ich weiter unten zurückkommen werde. Die Wissenschaften gestatten allerdings eine Verbindung, aber nur eine solche, welche ihre Folge in der Anordnung zu einem *Systeme* betrifft, keineswegs der Art, wie sie aus einer Vermischung ungleichartiger Erkenntnisse entspringt, die aus dem Zusammenflieſsen ungleichartiger Principien hervorgeht. Wer einen Begriff von einem Systeme besitzt, wird wissen, daſs dieser Begriff gewisse Einheiten voraussetzt, aus deren Verknüpfung

nach einem Principe das System entsteht. Das System der Wissenschaften kann also nicht bestehen, wenn nicht die einzelnen Wissenschaften, wie ihre Beschaffenheit es mit sich bringt, scharf und genau von einander gesondert sind, und in ihren bestimmten Grenzen gehalten werden, und verwandelt sich in ein Chaos, was freilich mehreren Mineralogen sehr bequem scheint, aber Niemand befriedigen kann, dem es um Reinheit, Präcision und Klarheit seiner Begriffe zu thun ist. Hr. *Weiſs* legt sich, zur Verständlichkeit der obigen Erklärung, durch diese Erklärung die Aufgabe vor: Die Wissenschaft, aus der ein natürliches System *seiner Art* die Folge seyn könnte, gemäſs den Forderungen, welche die Logik an jede Wissenschaft thut (Forderungen, welchen ich in meinem Grundrisse der Mineralogie überall nachzukommen bestrebt gewesen bin, und die also beispielsweise, denn ich habe mir auch hierin Grenzen gesetzt, daraus zu entnehmen sind), zu entwickeln, und macht sich zu der Auflösung derselben verbindlich, indem er die bestehende Trennung und Unterscheidung der Naturwissenschaften niederreiſst, und folglich alles durch einander wirft. Er würde aber gleichwohl, wenn ein Unternehmen dieser Art je gelingen, d. h. eine Wissenschaft von dieser Beschaffenheit zu Stande gebracht werden könnte, dadurch nicht viel ausgerichtet haben, weil aus einer solchen Wissenschaft keine Erkenntnisse hervorgehen können, welche nicht auf dem bisherigen Wege leichter, schneller und sicherer zu erreichen wären: auf demjenigen nämlich, auf welchem man die Mineralien *zuvor* naturhistorisch betrachtet, sie dadurch in jeder naturhistorischen Hinsicht genau bestimmt, und sich *dann*, nämlich wenn man dieſs gethan, zur Erklärung der Erscheinungen, welche die so bestimmten Gegenstände darbieten, an die Naturlehre, vielleicht mit

vorzüglicher Berücksichtigung der Chemie wendet. (Grundriſs, Einleitung, S. III.) Es ist schlechterdings nicht einzusehen, was auf diesem Wege vermiſst, auf jenem gewonnen werden könnte. Aber es ist wohl einzusehen, daſs so wie dort Einfachheit und Klarheit, hier Verwicklung, Dunkelheit, Zweifel und Unsicherheit jeden Schritt begleiten würden, und daſs man nur aus langer Gewohnheit, Vorurtheil, oder aus Gründen, die noch weniger werth sind, die alte mineralogische Heerstraſse (denn es ist nichts Neues an der ganzen Sache) noch betreten kann, nachdem die neue Bahn eröffnet ist.

Hieraus geht die Richtigkeit des Begriffes eines Systemes, welches der obigen Erklärung entsprechen soll, deutlich hervor, und ich würde mein Geschäft als beendiget ansehen dürfen, wenn mir daran läge, oder wenn es mir genug seyn könnte, dieſs dargethan zu haben. Es liegt mir aber auch ob, die Einwendungen gegen das naturhistorische Mineralsystem zu entkräften; und dieſs ist, obgleich ich mich aller Kürze dabei befleiſsigen werde, nicht so geschwind abzuthun, weil es leichter ist eine Menge ungegründeter Behauptungen aufzustellen, als sie gründlich zu widerlegen.

Hr. *Weiſs* erklärt im Verfolge dieses §., was er ein künstliches System nennt, nämlich ein solches, »welches irgend eine Eigenschaft von dem Einflusse auf die Bildung des Systemes ausschlieſst, oder irgend anderen ausschlieſslich folgt.« Er setzt hinzu: »Ein naturhistorisches Mineralsystem wird eben so ein künstliches seyn, wenn es die chemische Betrachtung der Mineralien von der Systembildung ausschlieſst, als das chemische es ist, wenn es lediglich nach chemischen Eigenschaften und nach chemischen Begriffen ordnet.« Es hat wenigstens den Anschein, daſs es die einzige Absicht dieser Erklärung sey, das naturhistorische Mi-

neralsystem mit einem künstlichen Systeme zu vergleichen, denn zu etwas anderem möchte sie schwerlich gebraucht werden können. Das naturhistorische System würde aber aufhören ein naturhistorisches, das chemische ein chemisches zu seyn, wenn sie andere als die Eigenschaften in Erwägung zögen, nach welchen sie benannt sind. Überdiefs, wer kennt *alle* Eigenschaften der Naturkörper oder nur eines einzigen? Das System, welches der Verfasser ein natürliches nennt, würde demnach eben so gut ein künstliches seyn, als jedes andere, *wenn es nur ein System seyn könnte.* Das naturhistorische Mineralsystem ist nicht defswegen ein sogenannt natürliches System, weil es *alle* naturhistorischen Eigenschaften berücksichtiget, sondern weil es *der Natur in den betrachteten Verhältnissen entspricht.* Denn es könnte ausschliefslich naturhistorische Eigenschaften, und es könnte sie alle (so wie jedes System überhaupt Eigenschaften von einerlei Art) betrachten, wodurch die Möglichkeit desselben, als System, bedingt wäre, und keine derselben ausschliefsen, ohne defshalb der Natur zu entsprechen, und folglich zu verdienen, ein natürliches System genannt zu werden. Das naturhistorische System legt aber naturhistorisch richtig bestimmte Einheiten zum Grunde, und stellt sie nach dem Principe der *naturhistorischen Aehnlichkeit* zusammen. Dadurch, d. h. durch die *allgemeine* Anwendung dieses Principes, und *keines anderen*, entspricht es der Natur, oder die Natur dem Systeme, und dadurch unterscheidet es sich von den künstlichen, welchen, da sie nicht auf jenem Principe beruhen, die Natur in keinem Falle entspricht. Ein künstliches System gründet sich auf Eintheilung, und setzt daher ein einzutheilendes Ganzes und einen Eintheilungsgrund voraus. Diesen beiden Forderungen ist Genüge zu leisten (Gr. §. 229). Allein die Mannigfaltig-

keit der Natur ist so grofs, dafs sie durch keine Eintheilung erreicht werden kann. Soll überdiefs ein künstliches System seiner Absicht entsprechen, so mufs der Eintheilungsgrund aus einzelnen Merkmalen (Eigenschaften) bestehen, denn sonst wird die Eintheilung verwickelt, und taugt selbst als Eintheilung nicht. Der Unterschied zwischen den natürlichen und den künstlichen Systemen ist also *ein anderer, als der, welchen Herr Weifs angibt* (was indessen nicht die einzige *Unrichtigkeit in Absicht der Darstellung der Gegenstände* ist, von welchen der Verfasser redet, die wir im Verfolge dieser Schrift antreffen); und da überdiefs eine Eintheilung kein System ist, so ist es überflüssig, diese Unterscheidung und die mit derselben verbundenen Benennungen länger beizubehalten (Gr. a. a. O. Anm.). Denn wer im Stande gewesen ist, ein *wirkliches System* hervorzubringen, der hat auch ein *natürliches*, d. h. ein solches, welchem die Natur entspricht, hervorgebracht, es gehöre zu welcher Wissenschaft es wolle.

Was Hr. *Weifs* §. 2 von der Bildung der künstlichen Systeme sagt, ist im Allgemeinen richtig, und dem genannten §. des Grundrisses ziemlich gemäfs. Es lautet:

»Käme es dem Mineralogen auf ein künstliches System an, so würde für ihn gewifs keines zweckmäfsiger, einfacher, auf theilweise Naturbetrachtung besser gegründet seyn, als das krystallographische. Die allgemeinen Abtheilungen der verschiedenartigen Krystallsysteme liegen offen und charakteristisch mit ihren sprechenden Zügen Jedem vor Augen; um in einer jeden Abtheilung das Speciellere zu ordnen, bedürfte es nicht einmal, andere Eigenschaften mit einzumischen; Berücksichtigung der blättrigen Structur und der specifischen Winkel würden eine bequeme Ordnung auch

»unter dem, was in einer Abtheilung beisammen ist, »herbeiführen. Aber — die unkrystallinischen Massen »gehörten nicht in ein solches System, und die undeut»lich krystallinischen würden eine zweifelhafte Stellung »darin erhalten. Da nun aber wohl der Krystallograph, »nicht aber der Mineralog, die unkennbar krystallini»schen und die unkrystallinischen Mineralien aus dem »Gesichte verlieren darf, so reichen die obigen natur»historischen Eigenschaften nicht aus, um unter ihnen »die wesentlichen Verschiedenheiten, oder das wesent»lich Gleichartige aufzufinden. Härte und Schwere, jene »schon von dem ältesten unter den neueren Krystallo»graphen, von *Romé de Lisle (Cristallogr. t. I. p. XVI* »und *des caractères exterieurs des minéraux, Paris* 1784, »*p.* 6 *etc.)* nächst der krystallographischen Structur als »die Grundlage eines naturhistorischen Mineralsystemes »bildend bezeichneten Eigenschaften, geben keine hin»reichenden Unterscheidungszeichen mehr ab; alle an»dern physikalischen — im Gegensatze der chemischen — »leisten nur partielle Dienste; und es wird dem Mine»ralogen in diesem Felde, auch wenn er von der gröfs»ten Ausscheidung der chemischen Betrachtungen ange»fangen hätte, zum nothwendigen Bedürfnifs, zu ihnen »zurückzukehren, und sie zur Entwickelung der we»sentlichen Unterschiede in den Substanzen, da, wo ihre »naturhistorischen Eigenschaften schweigen oder in »allzugrofse Gleichförmigkeit der äufsern Erscheinung »versinken, zu Hülfe zu rufen.«

»Umgekehrt gäbe und gibt die chemische Betrach»tung, zur alleinigen Basis eines künstlichen Systemes »gemacht, das, obwohl ein künstliches, für den Che»miker eben so genügend und zweckmäfsig ist, als für »den Krystallographen das krystallographische — wie»derum nur chemische Begriffe, weit entfernt von den

»naturhistorischen Gattungsbegriffen, welche schlecht-
»hin der wichtigste Gegenstand der Mineralogie sind.«

Der einzige Gegenstand, auf welchen ich hier besondere Rücksicht zu nehmen veranlafst seyn könnte (denn es möchte viel Zeit, wenn auch nicht viel Mühe erfordern, alles, was dieser §., besonders gegen das Ende enthält, ins Klare zu setzen), würde *die Zulänglichkeit der naturhistorischen Eigenschaften zur vollständigen Ausführung der Naturgeschichte des Mineralreiches seyn.* Allein, mein Grundrifs enthält nicht nur, sondern *ist* der ausführlichste Beweis davon, und es wäre also überflüssig, ein Wort darüber zu verlieren.

Ich übergehe daher den Inhalt dieses §. hier, da überdiefs der Verfasser auf die Gegenstände desselben, die ich nicht übergehen könnte, in der Folge im Detail zurückkommt, und benütze diese Gelegenheit, um von der naturhistorischen Ähnlichkeit, die ich vorhin erwähnt habe, und in der Folge oft zu erwähnen veranlafst seyn werde, von welcher indessen, was sie ist, und wie sie angewendet wird, der Leser im Grundrisse wenigstens das nothwendigste findet, kürzlich etwas anzuführen, was ich dort nicht berührt habe. Diefs ist die *Wichtigkeit*, welche derselben von allen Naturforschern beigelegt wird. Den Beifall, welchen das *Werner*'sche System erhalten hat und verdient, dankt es blofs der Berücksichtigung der naturhistorischen Ähnlichkeit, deren Spuren darin unverkennbar sind, so wie der Tadel, der das *Linne*'sche System hin und wieder getroffen, blofs die Hintansetzung derselben zum Grunde hat. Und wenn man in den chemischen Systemen dem electronegativen Bestandtheile den Vorzug vor dem electropositiven gibt (es ist hier nicht die Frage, ob man das thun soll oder nicht), weil die Zusammenstellung nach dem erstern der Natur mehr gemäfs ist, als nach dem zwei-

ten; was ist denn hier das eigentliche Princip der Classification? Weder der eine noch der andere jener Bestandtheile, sondern die naturhistorische Ähnlichkeit, von der es freilich schwer einzusehen seyn möchte, was die Chemie mit ihr zu thun hat. Eben so ist, wenn man von formgebenden oder formbestimmenden Bestandtheilen, welche auch oft charakterisirende sind genannt worden, redet, die naturhistorische Ähnlichkeit untergeschoben. Der Bestandtheil bestimmt die Form, sagt man, und glaubt nach dem Bestandtheile zu classificiren. Allein es ist nicht so. Die Form bestimmt den Bestandtheil, und man classificirt gemäfs der naturhistorischen Ähnlichkeit. Hat endlich das natürliche System des Verfassers Beifall von denkenden Naturforschern zu hoffen, so kann sich dieser auch nur auf die Anwendung gründen, welche das Princip der naturhistorischen Ähnlichkeit darin gefunden hat.

Der Anfang vom §. 3 enthält nichts wichtiges, und ich führe ihn nur der Vollständigkeit und des Zusammenhanges wegen wörtlich an. Es heifst:

»So lange die Anzahl der zu unterscheidenden Mi»neraliengattungen so mäfsig blieb, wie bisher, war das »Bedürfnifs eines genauen und bequem zu handhaben»den Registers als das vorzügliche Verdienst und ge»wissermafsen die Rechtfertigung der Aufstellung eines »künstlichen Systemes (ganz anders als in der Zoologie »und Botanik, welche unter der Fülle des zu Unter»scheidenden, sonst nur in einem chaotischen Zustande »geblieben wären) im Gegentheile sehr geringfügig, fast »nur für den ersten Anfänger vorhanden, also der Werth »eines solchen Systems auch nach den Diensten, die es »leistete, gemessen, sehr gering. Mit steigender An»zahl der unterschiedenen Mineraliengattungen wächst »dieses Bedürfnifs unläugbar; doch wird das einfachste

»Verfahren, auch bei der künstlichen Systembildung, »welche in eben dem Maſse jedenfalls noch vor der Aus- »bildung eines natürlichen Systemes Bedürfniſs bleiben »wird, jederzeit den Vorzug verdienen, dagegen jede »Künstelei im künstlichen Systeme zu vermeiden seyn.«

Wenn es erlaubt wäre, bei wissenschaftlichen Angelegenheiten an etwas zu denken, was nicht zur Sache gehört, so würde ich in dieser Stelle das zu erkennen glauben, was man im gemeinen Leben Anspielungen nennt, nämlich auf das naturhistorische Mineralsystem, also auf mich; und habe darin um desto mehr Grund gefunden, sie zu übergehen.

Im Verfolge dieses §. aber sagt der Verfasser:

»Kommt es auf die Abfassung eines genauen und »brauchbaren Registers an, und soll ein System, wie »das *Mohs*'sche, auf Berücksichtigung von krystallinischer »Structur, Härte und Schwere, nach *Romé de l'Isle's* »Vorgange, gegründet werden, so ist die Sache gethan, »z. B. durch Abfassung von so viel Tabellen, als es »Krystallsysteme gibt, und Eintragung der entsprechen- »den Grade von Härte und Schwere, der einen etwa in »verticalen, der andern in horizontalen Columnen in jede »dieser mit der allgemeinen Rubrik eines Krystallsystems »versehenen Tabellen.« Ich sehe, denn das gibt der Zusammenhang, daſs das naturhistorische Mineralsystem ein Register genannt wird, welches ausschlieſslich auf die genannten drei Eigenschaften gegründet ist. Eine Eintheilung kann ein Register genannt werden, und man pflegt dieſs zu thun. Aber das naturhistorische Mineralsystem ist so weit von allem entfernt, was Eintheilung heiſst, daſs es sogar die Eintheilung der Specierum (Gattungen nach Hrn. *Weiſs*) in Subspecies nicht duldet (Gr. §. 222). Auch ist es keineswegs *ausschlieſslich* auf jene drei Eigenschaften gegründet, obgleich sie, *nebst*

den übrigen, mit Recht in die gehörige Anwendung gebracht worden sind. Könnte Hr. *Weiſs* mir indessen ausser diesen noch eine *brauchbare* naturhistorische Eigenschaft angeben, so würde ich ihm dafür sehr verbunden seyn, und meinen Dank durch die Anwendung derselben bekräftigen. Ich wäre genöthiget, zu viele Stellen des Grundrisses anzuführen, um das obige überall nachzuweisen, und nenne daher nur §. 219, welcher die Constructionen der naturhistorischen Species betrifft: der Einheit, welche Hr. *Weiſs* selbst als die Basis des Systems anerkennt. Schon im zweiten §., dessen Inhalt ich übergangen, läſst Hr. *Weiſs* den Leser errathen, daſs das naturhistorische Mineralsystem »nach *Romé de* »*l'Isle's* Vorgange« gebildet sey, vielleicht weil, was man durch eigenen Scharfsinn herausbringt, einen tiefern Eindruck macht, als was man von andern hernimmt, und überrascht ihn nur in diesem dritten, mit der Bestätigung der gemachten Entdeckung. Das aber ist Miſsdeutung. *Denn jene drei Eigenschaften sind keinesweges die Grundlage des naturhistorischen Mineralsystemes*, wovon Hr. *Weiſs* sich selbst aus dem Grundrisse überzeugen kann, sobald er will. Es ist nicht schön, eine Sache zu entstellen, um sie tadeln zu können; aber es ist noch weniger schön, dieſs zu thun, um Jemanden den Verdacht aufzuladen, als habe er sich der Verdienste eines Andern angemaſst; denn *Romé de l'Isle's* Abhandlung von den Charakteren der Mineralien halte ich nicht weniger als seine Krystallographie für ein sehr verdienstliches Werk, *obwohl seine Absicht und die meinige gänzlich von einander verschieden sind.* In der *Charakteristik* habe ich Gestalt, Härte und eigenthümliches Gewicht, wie *Romé de l'Isle*, *wo möglich ausschlieſslich*, angewendet, und würde dieſs noch mehr gethan haben, wenn der Zustand der bestehenden Erfahrung es gestattet hätte.

Aber an das, *was die Charakteristik in der Methode der Naturgeschichte* (Gr. §. 12) *ist*, hat *Romé de l'Isle* schwerlich gedacht. Sollte indessen Hr. *Weiſs* von dieser Methode eine so unrichtige Vorstellung haben, daſs er die Charaktere der Specierum von dem Begriffe derselben, d. i. von ihrer Darstellung durch die Schemate, nicht zu unterscheiden zu wissen sich nur das Ansehen geben könnte (der 247ste §. des Grundrisses und die daselbst angeführten Stellen aus *Linne's Philosophia botanica* wäre allein hinreichend gewesen; ihn darüber ins Klare zu setzen), so hätte er auch billiger Weise gar nicht darüber urtheilen, oder wenigstens behutsamer Weise sein Urtheil für sich behalten, nicht öffentlich darüber urtheilen sollen. Die vorgeschlagenen Tabellen sind eine Spielerei, von der ich, wenn ich nicht irre, anderweitig schon gehört zu haben glaube. Es kann nichts Brauchbares, am wenigsten etwas, was dem naturhistorischen Mineralsysteme nur von ferne ähnlich wäre, daraus entstehen, und wir wenigstens müssen sie also wohl ihrem Erfinder zur eigenen Benützung überlassen.

Hr. *Weiſs* fährt fort: »Zu diesem« (dem durch die Tabellen zu erreichenden) »Zwecke sind Geschlechter, »Ordnungen, Classen zu bilden ganz überflüssig,« und hat vollkommen Recht. Er kommt nun auf die Geschlechter, Ordnungen und Classen insbesondere, und nennt sie »Aggregat-Begriffe, im Gegensatze derer der natür»lichen Einheiten,« worunter er seine Gattungen versteht. Ob dieser Gegensatz für *diese* Gattungen richtig ist, läſst sich nicht beurtheilen, weil Hr. *Weiſs* den Begriff derselben nicht bestimmt gegeben hat. Enthält dieser Begriff neben den naturhistorischen auch chemische Eigenschaften, so kann er seinem Inhalte nach freilich nichts anders als ein Aggregatbegriff seyn, denn diese beiden verschiedenartigen Eigenschaften gestatten keine

Verbindung in einem Begriffe. Von dem naturhistorischen Begriffe der Species kann man, seinem Inhalte nach, mit Recht sagen, daſs er *kein* Aggregatbegriff, sondern ein wirklich systematischer Begriff sey, denn er stellt den Inbegriff der gleichartigen Varietäten als ein wirkliches System dar, wie die Construction desselben (Gr. §. 217—219) lehrt. In Absicht seines Umfanges (der Gegenstände, auf welche er sich bezieht) ist er aber ebenfalls ein Aggregatbegriff, wie jeder andere, der mehrere Dinge, oder die Verschiedenheit mehrerer Dinge umfaſst; und er würde, in diesem Verstande, nicht einmal ein Begriff seyn, wenn er nicht ein Aggregatbegriff wäre. Die ganze Unterscheidung ist also ohne Bedeutung. Der Verfasser erklärt sich über die Aggregatbegriffe weiter: »Der Umfang und der Inhalt eines Aggre»gatbegriffes aber ist abhängig von den weiteren oder »engeren Grenzen, die man ihm beliebig gibt, ja von »dem immer in etwas arbiträren Verfahren selbst in der »Wahl des zunächst zusammenzustellenden.«

»Der Umfang und Inhalt eines solchen Aggregatbe»griffes also ändert sich nothwendig mit den durch jede »neue Entdeckung zu erweiternden oder zu verengen»den Grenzen, so wie mit jedem abgeänderten Dafür»halten in Beziehung auf die Vorzüge der einen Zusam»menstellung von denen einer möglichen andern.« Daſs der Umfang der Geschlechter, Ordnungen und Classen von der Erfahrung abhängig sey (nicht wie Hr. *Weiſs*, wenn er nicht von seinem eigenen Verfahren redet, es auszudrücken für gut findet, »von den weiteren oder »engeren Grenzen, die man ihm *beliebig* gibt, ja von »dem immer in etwas arbiträren Verfahren selbst in der »Wahl des zunächst zusammenzustellenden«), ist ganz natürlich, denn die Mineralogie ist, wie jeder andere Theil der Naturgeschichte, eine Erfahrungswissenschaft,

und mufs sich in dieser Hinsicht schlechterdings an das halten, was die Erfahrung ihr gibt. Daher sind die Charaktere der Classen, Ordnungen und Geschlechter auch veränderlich (Grundrifs §. 243, und die daselbst angeführte Stelle aus der *Philosophia botanica*), und richten sich nach dem Zustande der bestehenden Erfahrung, nicht »nach jedem abgeänderten Dafürhalten in Beziehung auf die Vorzüge der einen Zusammenstellung von »denen einer möglichen andern.« Denn Hr. *Weifs* wird sehen, dafs sein Dafürhalten in den naturhistorischen Begriffen nicht das mindeste ändert, und es ist hier also keineswegcs davon, sondern von der richtigen Anwendung der naturhistorischen Ähnlichkeit, dem allgemeinen Principe der Classification in der Naturgeschichte, die Rede, worauf zurück zu kommen Hr. *Weifs* mir in der Folge Veranlassung gibt.

Der Schlufs dieses §. ist mir nicht recht verständlich, wenigstens sehe ich nicht ein, was er hier zu thun hat. Er lautet: »Die gemeinschaftlichen Merkmale sol»cher zufälligen Aggregatbegriffe aber zur Hauptsache »im System zu machen, ihr Auswendigwissen zu verlan»gen, um ein nach krystallinischer Structur, Härte und »Schwere gekanntes Mineral im System aufzufinden, an»statt auf Tabellen der vorerwähnten Art zu verweisen, »das ist ein unzweckmäfsiges Verfahren. Jene Aggre»gatbegriffe aber zur Hauptsache in der Wissenschaft »zu machen, die Begriffe der ächten Natureinheiten zu »einer untergeordneten, und diefs durch die Termino»logie selbst, das ist eine Verirrung, ein den ächten »Forderungen der Wissenschaft gerade entgegengesetz»tes Verfahren.« Freilich ein unzweckmäfsiges Verfahren und eine Verirrung! Aber wer ist der, der so unzweckmäfsig verfährt und sich so verirrt hat? Wer macht die gemeinschaftlichen Merkmale *zufälliger* Ag-

gregatbegriffe zur Hauptsache im Systeme, wer lernt sie auswendig, und wer ist unverständig und thöricht genug, ihr Auswendigwissen zu verlangen? Gegen wen eifert also Hr. *Weiſs*, wenn er bedacht hat, was er redet, und sich nicht Ungeheuer einbildet, um das Vergnügen zu haben, sie siegreich zu bekämpfen? Da das folgende hinreichende Veranlassung gibt, mehrere der hier berührten einzelnen Puncte näher zu beleuchten, so gehen wir einstweilen weiter.

Die systematische Nomenclatur in der Naturgeschichte des Mineralreiches ist Hrn. *Weiſs* ein groſser Dorn im Auge. Er meint §. 4, es sey »eine unglückliche Nachahmung der botanischen und zoologischen Terminologie *), daſs ich statt des einfachen Namens jedes Mineral mit einem aus einem generischen und specifischen zusammengesetzten Namen belegt habe, und mir in dieser verwickelten Namengebung zu gefallen scheine.«

Ich glaube nicht, daſs von einer Nachahmung die Rede seyn könne, wenn man einen besonderen Theil einer Wissenschaft, der noch nicht vorhanden war, nach denselben Grundsätzen entwickelt hat, die in jedem anderen Theile, mithin in dem Ganzen, welches aus diesen Theilen besteht, herrschen, oder herrschen müssen; wenigstens würde eine bloſse Nachahmung der Zoologie und Botanik etwas ganz anderes gegeben haben, als *die* Mineralogie, von welcher mein Grundriſs die

*) Schon im vorigen §. (S. 9, erste Zeile) kommt das Wort Terminologie vor, wo Nomenclatur stehen sollte. Unter den Druckfehlern ist dieses nicht angezeigt. Ich kann aber unmöglich glauben, daſs Hr. *Weiſs* im Stande ist, die Nomenclatur mit der Terminologie zu verwechseln, und sehe das Wort Terminologie für nichts als einen Druckfehler an.

Fundamente enthält. Diese Mineralogie bedient sich der systematischen Nomenclatur nicht darum, weil Zoologie und Botanik sich ihrer bedienen, sondern weil sie ein Theil der Naturgeschichte ist, aus deren Begriffe (Grundriſs §. 18, und die daselbst angeführte Stelle aus der *Philosophia botanica*) diese Nomenclatur folgt, und also mit dieser Wissenschaft unzertrennlich verbunden ist. Das wichtigste Phänomen, welches die Natur im Mineralreiche darbietet, ist die naturhistorische Ähnlichkeit (s. oben §. 2); also das wichtigste Geschäft der Naturgeschichte, die es mit Darstellung der Natur überhaupt zu thun hat, die Darstellung dieses Phänomens. Dieſs geschieht in der Systematik durch das System, d. i. die Zusammenstellung selbst, in der Nomenclatur durch wörtlichen Ausdruck, vermittelst der Einrichtung der Benennungen, die dem Systeme entsprechen, also systematisch seyn muſs (Grundriſs §. 230). Die Nomenclatur hat daher zwei Obliegenheiten. Die erste ist, die Species zu nennen, und diese hat sie mit der triviellen Nomenclatur gemein; die andere, den Zusammenhang nach Maſsgabe der naturhistorischen Ähnlichkeit auszudrücken, in welchem die bekannte Species mit anderen ihres Geschlechtes und ihrer Ordnung steht. Dieſs kann nur, so viel ich einsehe, durch zusammengesetzte Benennungen geschehen, wie in der Zoologie und Botanik; und wenn hierin die Nachahmung bestehen soll, so lasse ich mir gern gefallen, die Zoologie und Botanik nachgeahmt zu haben, denn es ist immer besser, einem anerkannt guten Verfahren zu folgen, als aus Eigensinn ein schlechteres zu erfinden. Daſs ich auſser dem Geschlechte auch die Ordnung ausgedrückt habe, darüber habe ich mich §. 234 des Grundrisses erklärt, und sehe mich durch *Linné's* dort angeführten Ausspruch gerechtfertiget, da in der Mineralogie die Ordnung ein Product

der Classification, nicht einer Eintheilung, wie im *Linne'*-schen Systeme ist. Dafs mir aber die systematische Nomenclatur (ich meine damit nicht alle die von mir gebrauchten Namen und Benennungen) gefällt, das läugne ich nicht. Wem sollten nicht Ordnung und Consequenz im Ausdrucke gefallen, wo Ordnung und Consequenz in den Begriffen herrschen? Hingegen, dafs sie vielen Mineralogen nicht gefällt, begreife ich aus ihren Schriften ganz wohl, denn was sollten Ordnung und Consequenz in den Worten, wenn sie in den Begriffen und Sachen nicht vorhanden sind? Den Nutzen der systematischen Nomenclatur habe ich übrigens an mehreren Stellen des Grundrisses gezeigt, und kann ihn also hier übergehen, um Hrn. *Weifs* weiter reden zu lassen.

Hr. *Weifs* glaubt, dafs »die Botaniker und Zoologen den Vorzug, welchen die Mineralogie« (in dem Gebrauche der Trivialnamen) »hat, gern geniefsen, und »jeder Pflanze, jedem Thiere ihren einfachen Namen »lassen würden, wenn es dann möglich wäre, in der »Anzahl aller verschiedenen sich zurecht zu finden; und »dafs sie die obern wissenschaftlichen Abtheilungen, wie »sie es mit den über dem Genus liegenden wirklich thun, »dem wissenschaftlichen Studium als solchen gern vorbehalten würden, ohne sie bei dem Nennen jedes Einzelnen im Munde zu führen.« Eines solchen Glaubens bin ich nicht, und wahrscheinlich ist es kein verständiger Zoologe und Botaniker. Es ist überhaupt ein sonderbarer Vorzug, der in einem Mangel besteht. Die Anwendung der systematischen Nomenclatur in der Naturgeschichte gründet sich nicht auf das Bedürfnifs (um sich in der Menge zurecht zu finden), sondern auf die Methode der Wissenschaft; und der Urheber derselben würde sie für eben so nothwendig erachtet haben, wenn er auch nur den hundertsten Theil der Pflanzen, die zu

seiner Zeit entdeckt waren, gekannt hätte. *Fundamentum Botanices duplex est: Dispositio et Denominatio* *). Darum kann die geringe Anzahl der bisher in der Mineralogie betrachteten Specierum die Vernachläfsigung der systematischen Nomenclatur nicht entschuldigen noch weniger rechtfertigen, zumal da sie nur scheinbar ist, und auf einem falschen Begriffe beruht, welchem zu Folge man den gröfsten Theil der unorganischen Naturproducte, die sammt und sonders Gegenstände der Naturgeschichte des Mineralreiches sind, von dieser Wissenschaft ausgeschlossen hat. Den zweiten Theil der angeführten Stelle verstehe ich nicht. Gibt es denn ausser dem wissenschaftlichen Studio der Botanik und Zoologie noch ein anderes, da jenem als solchem die obern wissenschaftlichen Abtheilungen vorbehalten bleiben sollen? Ich kenne keines. Wohl aber kenne ich eine unwissenschaftliche Empirie, die in der Mineralogie besonders viele Anhänger hat, weil die Systeme, welche der Verf. natürliche nennt, und deren bekanntlich bereits mehrere versucht sind, unvermeidlich zu ihr führen. Diese mag thun was sie will, das ist gleichgültig. Sie bedarf der ganzen Wissenschaft nicht, und verlangt, ohne zu fragen warum, nur jedes Mineral zu nennen, wozu ihr der kürzeste Namen der liebste ist. Ich hoffe nicht, dafs Hr. *Weifs dergleichen* den Zoologen und Botanikern wird empfehlen wollen. Der Schlufs dieses §. enthält noch eine merkwürdige Stelle. Es heifst: »Die Mineralogie soll überhaupt nicht blofs Nachahmerin »der Botanik oder Zoologie bei Bildung ihres Systemes »und dessen zu wählenden Stufen seyn; sie soll es um »so weniger, da es gar nicht liquid ist, dafs z. B. *Genus* »und *Species* in beiderlei Wissenschaften gleichen Sinn

*) *Phil. bot.* §. 151.

»haben können und sollen. Die Mineralogie ist bei Bil-
»dung ihres Systems auf sich selbst gewiesen, und erst
»nachdem sie es vollendet hat, wird sich zeigen, in wel-
»cher Weise ihre systematische Gliederung, denen der
»Botanik und Zoologie zu parallelisiren ist.« Über das erste habe ich mich bereits beim Anfange dieses §. S. 401 erklärt. Im andern berührt Hr. *Weiſs* einen Gegenstand von Wichtigkeit, über welchen man im Reinen seyn muſs, bevor man an die Systembildung selbst geht, und der also in die Propödeutik gehört; dieſs Wort in dem gewöhnlichen Sinne genommen, nicht wie es von einigen Schriftstellern in der Mineralogie gebraucht wird, wo es die *Terminologie* u. s. w. ist. Es ist nämlich die Frage, was Geschlechter und Arten bedeuten, ob dergleichen, wenn Zoologie und Botanik sie enthalten, auch in der Mineralogie vorhanden, und ob die Begriffe derselben überall einerlei sind, und die Wörter *Genus* und *Species* in allen diesen Wissenschaften gleichen Sinn haben? Wenn man zu Rathe zieht, was die Mineralogen (zum Theil auch Zoologen und Botaniker) über diese Begriffe gelehrt, und insbesondere noch neuerlich in Absicht der Vergleichung derer, auf die Producte verschiedener Naturreiche sich beziehender, angeführt und daraus die Folge gezogen haben: »Jede Parallele zwi-
»schen belebten und leblosen Naturkörpern sey unstatt-
»haft,« so möchte man wohl an der Möglichkeit verzweifeln, Klarheit in diese Sache zu bringen. Allein, an das, worauf es hier ankommt, hat Niemand gedacht. Man hat die Wesen verschiedener Naturreiche verglichen, da man doch die Begriffe derselben hätte vergleichen, und dem Ursprunge dieser nachforschen sollen, und daraus sind die Zweifel entstanden, ob es denn wirklich Genera und Species, ja ob es Individuen im Mineralreiche gebe, die schon oft die philosophischen

Mineralogen beschäftiget haben. Wenn man die Species in der Zoologie und Botanik als bestehend aus solchen Individuen erklärt, welche das Vermögen besitzen, in fruchtbaren Jungen sich fortzupflanzen (besser hätte man gethan, anstatt dieser *Erklärung* den *Erfahrungssatz* aufzustellen: die Individuen einer Species pflanzen sich in fruchtbaren Jungen fort); so gibt es freilich keine Species im Mineralreiche. Wenn man aber erwägt, dafs die Begriffe von dem Individuo, von der Species, von dem Genus u. s. w. in jedem Theile der Naturgeschichte, aus der Anwendung der logischen Begriffe der Identität, der Homogenität und der Affinität, d. i. aus den Begriffen der Einerleiheit, Gleichartigkeit und Ähnlichkeit (Gr. §. 214, 220, 223) entspringen, und dafs man im Denken, wenn man nur denkt, die Vorschriften der Logik überhaupt, und man zum Behufe der Bestimmung der in Frage stehenden naturhistorischen Begriffe denkt, jene logischen Begriffe vor Augen haben mufs, dafs also die ganze Systematik in der Naturgeschichte, und folglich in der Mineralogie, als ihrem Theile, nichts anderes ist und enthält, als die Anwendung dieser Begriffe auf die Gegenstände, mit welchen sie sich beschäftiget; so fällt aller Unterschied hinweg, und die Begriffe der Species des Geschlechtes u. s. w. haben in der Zoologie, Botanik und Mineralogie *vollkommen gleichen Sinn*, denn sie sind *vollkommen einerlei*. Die Mineralogie ist also bei der Bildung ihres Systemes »nicht auf sich selbst,« sondern (vielleicht eine schreckliche Wahrheit für manchen Mineralogen) an die Logik gewiesen, wie die Zoologie und Botanik es ebenfalls sind, und braucht nicht abzuwarten, wie ihre systematische Gliederung ausfällt, um sie mit denen der Zoologie und Botanik parallelisiren zu können, denn diefs alles hat bereits die Logik gelehrt, oder sollte es vielmehr gelehrt haben. Ich beschränke

das Gegenwärtige indessen auf die *naturhistorischen* Begriffe der Species, des Geschlechtes u. s. w., und entscheide nicht, ob es von den Begriffen des Hrn. *Weiſs* ebenfalls gilt. Aber ich sehe es auch nicht für ein gutes Zeichen für das System desselben an, wenn er abwarten muſs, was daraus wird, um zu erfahren, was es ist.

Im fünften §. kehrt Hr. *Weiſs* von der Terminologie *) zur Systembildung selbst zurück. Er erklärt es »für eine Selbsttäuschung, wenn ich mein (das naturhistorische Mineralsystem) mit völliger Verzichtleistung »auf die chemischen Betrachtungen entworfen zu haben »glaube. Geschlechter wie Ordnungen seyen mir nur »unter stillschweigender Bezugnahme auf die Resultate »der chemischen Untersuchungen entstanden, und wären mir wie denn die Bildung von Geschlechtern und »Ordnungen ganz Gegenstand meiner Wahl und meines »Gutdünkens gewesen, so nicht entstanden, wie sie sind, »wenn die Resultate der chemischen Kenntnisse von den »Gegenständen meiner Wahl nicht still geleitet hätten. »Es gäbe kein Geschlecht, welches nicht mehr und nicht »weniger als die Gattungen Titanit« (d. i. prismatisches), »Rutil« (d. i. peritomes) »und Anatas« (d. i. pyramidales Titanerz) »in Ein Geschlecht zusammenfaſste, wenn »hier die Kenntniſs des chemisch gemeinschaftlichen »mit Ausschluſs aller andern nicht vorausgegangen wäre, »und die Grundlage gebildet hätte. Es wären die Haloide nicht von den Spathen durch ihre naturhistorischen Charaktere, so wie sie sind, geschieden wor»den, wenn die Verschiedenartigkeit der Zusammen-

*) Hier steht wieder Terminologie für Nomenclatur auf derselben Seite des Originals. Es ist also vielleicht kein Druck-, sondern ein bloſser Schreibfehler.

»setzung in beiden mir nicht zu wichtig geschienen »hätte, um nicht bei der freien Wahl der Ordnungen »und ihrer gegenseitigen Begrenzung darauf Rücksicht »zu nehmen;« und meint mit alle diesem der naturhistorischen Methode einen kräftigen Stofs beigebracht zu haben. Ich verdenke dem Verfasser nicht, dafs er alle Hebzeuge anlegt, diese Methode zu stürzen, *wenn er* die Absicht dazu hat, und es nun einmal so seyn soll; glaube aber ihm und Andern, die geneigt seyn möchten diese Absicht und jene Meinung zu theilen, zeigen zu können, dafs die naturhistorische Methode auch in ihrer Anwendung auf das Mineralreich Stand hält, und dafs das Unternehmen des Verfassers gescheitert und die Mühe vergeblich gewesen sey. Hätte Hr. *Weifs* behauptet, die Geschlechter und Ordnungen des naturhistorischen Mineralsystems seyen nicht alle gleich gut bestimmt, so würde ich ihm diefs gern zugeben, so wie ich es im Gr. §. 229 gethan habe. Die naturhistorische Vollkommenheit der Bestimmung der Geschlechter hängt nämlich von dem Zustande und der Kenntnifs der bestehenden Erfahrung ab, und wenn Hr. *Weifs* mir gezeigt hätte, seine Kenntnifs derselben reiche weiter als die meinige, so würde ich ihm nicht nur nicht widersprochen, sondern seine Belehrung willig anerkannt und zur Verbesserung der Bestimmung der Geschlechter und Ordnungen benützt haben, denn ich weifs, und bin überzeugt, dafs diefs nicht eines Menschen Sache, auch nicht das Werk einer kurzen Zeitperiode seyn kann, zumal da man den bei weitem gröfsten Theil der unorganischen Naturproducte von ihrer naturhistorischen Seite noch nicht kennt. Allein, so ist es nicht gemeint. Meine naturhistorischen Geschlechter sollen auf chemischen Gründen und Betrachtungen beruhen, und ich soll den Einflufs nicht bemerkt haben, den diese auf jene in der

Anwendung gehabt haben, wie das angeführte Beispiel lehrt. Wir wollen zuvörderst sehen, was denn, wenn ein solcher Einfluſs wirklich Statt gefunden hätte, daran Arges und für die Wissenschaft Nachtheiliges und Gefährliches wäre, da hier gar nicht von den *Principien* selbst, sondern von der *Anwendung* derselben *unter den Bedingungen der Erfahrung* die Rede ist, welche durch die Mangelhaftigkeit dieser nicht nur in verschiedenen Graden erschwert, sondern selbst unmöglich gemacht werden kann. Ich bin immer der Meinung gewesen, daſs die chemischen Verhältnisse der Producte des Mineralreiches mit den naturhistorischen in genauem Zusammenhange stehen, nicht sowohl darum, weil die Chemie etwas von diesem Zusammenhange wirklich dargelegt hat, sondern vielmehr, weil die genannten Körper Naturproducte sind, und ich weiſs, daſs in allem, was die Natur hervorgebracht hat, der genaueste Zusammenhang herrscht. Dieſs geht bei mir so weit, daſs ich überzeugt bin, daſs wenn die Chemie, versteht sich aus rein chemischen Principien, zu einem richtigen Begriffe von der Species im Mineralreiche wird gelangt seyn, dieser dem naturhistorischen Begriffe derselben vollkommen entsprechen werde (Gr. §. 225); und obgleich dasselbe von den chemischen Begriffen des Geschlechtes u. s. w. in Beziehung auf die naturhistorischen nicht zu fordern ist (ebendas., denn ein chemisches System kann sich vielleicht auf andere Weise entwickeln als das naturhistorische, was ich hier nicht untersuche), so erwarte ich es doch aus dem oben angeführten Grunde, und die Erfahrung scheint mir nicht zu widersprechen. Wenn ich nun in einem Falle, in welchem die Erfahrung unvollkommen ist, d. h. wo nur wenige Varietäten der Specierum bekannt sind, also die unmittelbare Anwendung der naturhistorischen Principien nicht Statt finden

kann, einer wohl gegründeten Analogie folge, und in der Hoffnung, dafs die erweiterte Erfahrung sie bestätigen werde, und in dem Bestreben, mich so wenig als möglich von der Natur zu entfernen, die chemischen Verhältnisse, in so fern sie den bekannten naturhistorischen, oder diese ihnen nicht widersprechen, in Betrachtung ziehe, stets bereit, von diesem Verfahren abzustehen, sobald die Erfahrung ihm widerspricht: kann dann das ein Verbrechen, kann es eine Verletzung der Grundsätze seyn? wird nicht jeder Vernünftige so handeln, und haben nicht die achtbaresten Naturforscher so gehandelt, ohne zu fürchten, von Hrn. *Weifs* darüber getadelt zu werden? Und gleichwohl habe ich ein ganz anderes Verfahren beobachtet, welches ich, wenigstens durch ein Beispiel, verständlich zu machen suchen werde.

Der Grundrifs lehrt, dafs bei der Beurtheilung der naturhistorischen Ähnlichkeit die Species als Ganze betrachtet werden müssen (Vorrede S. XI und §. 224), und der Begriff der naturhistorischen Species gestattet diefs auch durch die Construction, die er (vergl. die oben angeführten §§.) erhalten hat. Ein Begriff, wie der des *Hrn. Haüy* *), gestattet diefs freilich nicht, denn es ist nichts Mannigfaltiges in ihm enthalten, was durch die Construction entwickelt werden könnte; und ob der Begriff, welchen Hr. *Weifs* von seiner Gattung sich gebildet hat, es erlaubt, weifs ich nicht, zweifle aber daran, weil er wahrscheinlich nur in den Worten von Hrn. *Haüy's* Begriffe verschieden ist. Hr. *Weifs* wird sich ohne Zweifel der Zeit erinnern, da man von dem paratomen Augit-Spathe nur die Varietäten in stumpfeckigen Stücken, Körnern und in eingewachsenen Krystal-

*) *Traité de Min. 2de Ed. p. 26.*

len kannte, die ohne weitere Eintheilung (der Gattung in Arten) Augit genannt wurden. Von dem hemiprismatischen Augit-Spathe waren, unter dem Namen der Hornblende, des Strahlsteines und des Tremolithes, mehrere Varietäten bekannt, die damals als verschiedene Gattungen betrachtet, und in verschiedenen Geschlechtern, dem Thon- und Talkgeschlechte, aufgeführt wurden. Wenn wir unsere jetzigen Begriffe von der Species und dem Genus bis zu jener Zeit und dem ihr entsprechenden Zustande der Erfahrung zurück setzen könnten, so würde es selbst damals nicht schwer gewesen seyn, die verschiedenen Varietäten des hemiprismatischen Augit-Spathes in eine Species zu vereinigen, und diese von der Species des paratomen Augit-Spathes bestimmt zu unterscheiden. Allein, würde es wohl Jemanden eingefallen seyn, diese beiden Species in einem Genus zusammen zu fassen, und wenn er es gethan, hätte man wohl glauben können, dafs er andere Gründe, als die chemischen, bei dieser Vereinigung (ich versetze die gegenwärtige chemische Kenntnifs derselben ebenfalls in jene Zeit) berücksichtiget habe? Und gleichwohl hätte er andere Gründe haben *können*, denn die Species des paratomen Augit-Spathes hat sich seitdem in einer Menge von Varietäten, des Coccoliths, Sahlits, Diopsides u. s. w. entwickelt, und diese stellen ein so umfassendes und der Species des hemiprismatischen Augit-Spathes so überaus ähnliches, wenn auch keineswegs absolut vollständiges Ganze (was man aber auch von der Erfahrung nie zu erwarten hat) vor, dafs selbst Hr. *Weifs*, so hoffe ich wenigstens, keinen Anstand nehmen wird, sie in ein Genus zusammen zu fassen. Sollte indessen an diesem Beispiele noch ein Anstand genommen werden, weil man die bezeichnete Varietät des paratomen Augit-Spathes der sogenannten basaltischen Hornblende zu ähn-

lich finden möchte; wohl, so haben wir wenigstens daraus gelernt, was das *Zufällige* bei diesen Betrachtungen ist, nämlich die Zeitverhältnisse, und nehmen, indem wir von diesen absehen, an, es seyen diejenigen Varietäten des dodekaëdrischen Granates bekannt, welche edler Granat genannt werden, von dem pyramidalen aber die grünen aus Piemont. Unter diesen Varietäten der beiden Specierum ist auch nicht die mindeste Spur eines solchen Grades der naturhistorischen Ähnlichkeit vorhanden, daſs sie zu Folge desselben als die Varietäten der Specierum *eines* Geschlechtes betrachtet werden könnten, und wenn man die einzelnen Eigenschaften, insbesondere Gestalt, Härte, eigenthümliches Gewicht, *also die Charaktere*, in Betrachtung zieht, so ist der Abstand ziemlich genau so groſs, als bei den oben angeführten Titanerzen. Und gleichwohl sind diese Species, *als Ganze* betrachtet, einander nicht weniger ähnlich, als paratomer und hemiprismatischer Augit-Spath. *Wenn man nun dieselbe Erscheinung, das Merkwürdigste, was, wie oben* (§. 2) *erwähnt, das Mineralreich darbietet, mit und ohne Übereinstimmung der Varietäten in ihren chemischen Verhältnissen,* wenigstens im letzteren Falle nach den jetzigen Ansichten von denselben geurtheilt, *so oft, und im Wesentlichen, doch ohne Einschränkung der Mannigfaltigkeit der Natur* (so daſs also jeder besondere Fall von jedem andern sich unterscheiden wird), *immer auf dieselbe Weise* (so daſs also alle möglichen besondern Fälle dennoch nur einer und derselbe allgemeine sind) *sich wiederholen sieht; soll man sie nicht anwenden, die künftige Erfahrung gleichsam zu anticipiren, soll man sie nicht anwenden, die Titanerze, von deren jedem man nur eine geringe Anzahl von Varietäten kennt, und deren Anzahl selbst sehr gering ist, und leicht sich durch neu entdeckte Species,* von denen ich

eine, das oktaëdrische Titanerz, bereits hinzugefügt habe, und eine zweite, den Brookit, wahrscheinlich hinzufügen werde, sobald ich ihn nicht mehr aus bloſsen Beschreibungen kenne, *vergröſsern kann, in einem Genus zusammenzustellen, da das, was von jeder dieser Specierum bekannt ist, die Vermuthung rechtfertigt, es werde sich, gleich dem paratomen Augit-Spathe, dem dodekaëdrischen und pyramidalen Granate, zu einem Ganzen entwickeln, und alle diese Ganze werden einander in demselben Grade*, doch stets ohne Beeinträchtigung der Mannigfaltigkeit der Natur, *ähnlich seyn, wie der paratome und der hemiprismatische Augit-Spath, wie der dodekaëdrische und pyramidale Granat und wie so viele, und wenn ich nicht irre, alle andern?* Das ist keine Frage. Allein man kann doch bei diesem Verfahren auch irren? Ja wohl kann man das, selbst wenn man auf das behutsamste dabei zu Werke geht, was ohnehin vorausgesetzt wird, und ich behaupte daher nicht, nirgends geirret zu haben. Wenn man aber geirret hat, wer belehrt uns davon? Die Erfahrung. So lange die Erfahrung nicht spricht, ist der Irrthum nicht zu erkennen, also für die Wissenschaft nicht vorhanden; sobald jene spricht, verbessert diese ihn. Der Irrthum ist hier also keinesweges gefährlich, denn, ich ersuche Hrn. *Weiſs*, dieſs nicht unbemerkt zu lassen, *er entspringt nicht aus den Principien, sondern aus der Unvollständigkeit und Mangelhaftigkeit der Erfahrung.* Dieſs ist der Geist der naturhistorischen Methode überhaupt und der Anwendung der naturhistorischen Ähnlichkeit insbesondere in allen Theilen der Naturgeschichte, in der Zoologie, in der Botanik und in der Mineralogie. Denn wenn man in den beiden ersten die Entwickelung einer Pflanze oder eines Thieres in den verschiedenen Lebensperioden und Zuständen abwartet, um daraus die Gleichartigkeit und

Ähnlichkeit derselben zu beurtheilen; so verfährt man genau auf dieselbe Weise. Diese Ähnlichkeit läſst sich freilich (wie das obige Beispiel von den Granaten gelehrt hat, wenn es dazu eines Beispieles bedürfte) nicht auf einzelne Merkmale oder Eigenschaften zurückbringen (Gr. §. 223), und daher nicht nach den Charakteren beurtheilen (§. 247), obwohl Hr. *Weiſs* am Ende der angeführten Stelle, wo er von den Haloiden redet, dieſs zu thun scheint. Welches Genus aus der Ordnung der Haloide könnte denn in die Ordnung der Spathe, welches aus diesen in jene versetzt werden, ohne den Zusammenhang zu vermindern, der unter den Geschlechtern dieser Ordnungen herrscht? Es ist also in dem ganzen Verfahren nicht nur nichts von einer Anwendung der Chemie in der Naturgeschichte des Mineralreiches vorhanden, die allerdings den Principien dieser Wissenschaft nicht angemessen seyn würde, sondern auch nichts von Wahl und Gutdünken, und der Triumph ist vereitelt, den Hr. *Weiſs* durch die Erdichtung derselben für sich und andere bereitet hatte, und den er feiert, indem er ausruft: »Desto besser! so haben wir selbst an dem »folgerichtigsten und sorgfältigst aufgeführten *naturhi-»storischen* Mineralsysteme den Beleg, daſs, da es denn »doch ein natürliches werden sollte, es unmöglich war, »die chemischen Thatsachen unberücksichtigt zu lassen. »So künstlich wollte es eben nicht seyn, wie jenes oben »erwähnte krystallographische sich sogleich ausgespro-»chen hätte; und darum gab es die anfänglich beabsich-»tigte streng durchzuführende Scheidung von der Che-»mie in der Ausführung stillschweigend wieder auf.«

Die Lehre, welche aus dem Bisherigen zu ziehen ist, würde ungefähr folgende seyn: Wer ein System angreift, welches bloſs mit seinem Verfasser (d. i. mit dessen individuellen Ansichten) zusammenhängt, und wel-

ches daher kein anderer als dieser *(denn schwerlich werden, wie die Erfahrung lehrt, zwei Autoren in dergleichen Ansichten übereinstimmen)* hätte hervórbringen können, was folglich auch nicht anders als nach dem Namen desselben genannt werden kann, wie etwa das *Werner*'sche, *Haüy*'sche und alle übrigen, in denen eine Vermischung verschiedenartiger Principien vorkommt oder zum Grunde liegt; der hat ein leichtes Spiel, eben weil ein solches System mit keiner wirklichen Wissenschaft (zu welcher man begreiflicher Weise die Oryctognosie, und was ihr ähnlich ist, nicht zählen kann) in Verbindung steht, als deren Resultat, wenn sie auf gewisse Gegenstände der Erfahrung angewendet wird, das System zu betrachten seyn würde. Wer dagegen das naturhistorische Mineralsystem angreift, welches auf reinen und allgemeinen Principien beruht, und daher von Jedem, der Kenntnifs von dem Mineralreiche und den ersten Elementen der Logik und Mathematik besitzt, hätte hervorgebracht werden können; der hat einen harten Stand, und nicht viel zu hoffen, eben weil dieses System unmittelbar mit der Naturgeschichte zusammenhängt, oder das Product der Naturgeschichte, angewendet auf das Mineralreich, ist. Dagegen würde ihm aber auch, wenn es möglich wäre, dafs sein Unternehmen je gelingen könnte, das grofse Verdienst nicht abzusprechen seyn, die ganze Naturgeschichte vernichtet zu haben.

Das Feld ist nun gereinigt, der Boden geebnet, und Hr. *Weifs* schreitet demnach zu der Aufführung seines eigenen Gebäudes. Es wäre mir angenehm, mich hier von ihm beurlauben zu können, aber *er verläfst mich noch nicht*, und ich *mufs* ihm also diefsmal wohl folgen. Im sechsten §. beruft er sich auf seine oben angeführten Grundsätze und deren möglichst abgemessene Würdi-

gung bei den Zusammenstellungen und Trennungen der höheren Abtheilungen. Er bemerkt, »dafs er einen sehr »beschränkten Werth darauf« (auf diese Grundsätze) »lege, und dafs er es gar nicht zu verdecken suche, dafs »er Einiges zwar in der systematischen Anordnung der »Fossilien, welcher er folgt, für feststehend und noth»wendig halte, Vieles aber für Sache der Convenienz »nicht für nothwendig, also nur nach dem Mafsstabe der »Zweckmäfsigkeit, der Förderlichkeit für eine gute Über»sicht, zu beurtheilen.« Das ist eine sehr merkwürdige und in der That auffallende Sprache von einem Manne, der mit so vielem Eifer dem Mangel an Consequenz bei der Anwendung der Grundsätze in der Naturgeschichte des Mineralreiches nachspürt, der doch nur scheinbar, und nicht in der Sache, sondern in der Vorstellung gegründet ist, die er sich davon macht. Damit aber ist es nicht abgethan Wenn Hr. *Weifs* die naturhistorische Methode in der Mineralogie vertilgen will, was schlechterdings nicht angeht, ohne sie in der Zoologie und Botanik auch auszurotten, so mufs er wenigstens eine eben so consequente an ihre Stelle setzen. Er scheint aber einzusehen, dafs die seinige diese Eigenschaft (von anderen wollen wir hier nicht reden) nicht besitzt, und dafs er selbst, da alles locker und lose an ihr ist, nicht im Stande seyn wird, sie zu halten (denn das bekennt er durch das obige, und täuscht sich vielleicht selbst in diesem Bekenntnisse, indem er ihm den Anstrich der offenen Bescheidenheit gibt). Man möchte fast sagen, er gleiche in dieser critischen Lage Einem, der im Sinken wenigstens noch die Befriedigung haben will, einen Andern mit sich in den Abgrund zu ziehen. Hr. *Weifs* findet am Schlusse des sechsten §. »zwei Stu»fen der Classification über der der Gattungen (Specie»rum) in allen Beziehungen, für die Darlegung natürli-

»cher Verwandtschaften sowohl, als für die leichte und »gute Übersicht vollkommen ausreichend, und nennt die »niedere, den Gattungen näher stehende von beiden *Fami-* »*lien*, die obere *Ordnungen.*« Wir werden sehen, wie diese Familien und Ordnungen begründet sind.

Die Familien suchte der Verfasser §. 7 zu bilden »zuförderst durch Auszeichnung derjenigen Gattungen, »welche in der Bildung der Gebirgsarten, also in dem gan- »zen Baue der Erde, eine vergleichungsweise wichtigere »Stelle einnehmen.« »So,« sagt er, »kann es Niemand »entgehen, dafs *Quarz*, *Feldspath*, *Glimmer*, *Horn-* »*blende*, *Granat* unter den kiesligen Fossilien, *Kalk-* »*spath*, *Gips*, *Steinsalz* nächst dem *Flufsspath*, *Schwer-* »*spath* unter den salinisch zusammengesetzten Steingat- »tungen hervortreten als natürliche Mittelpuncte für eben »so viele Familien. Die geognostitische Wichtigkeit also »stellt eine gewisse Anzahl sehr von einander abweichen- »der Gattungen an die Spitze von andern für die Bil- »dung eines natürlichen Systemes; und diese anzuerken- »nen wäre eine Forderung, die als mit Nothwendigkeit »geboten an die Bildung eines natürlichen Systemes zu »machen wäre.« Sonderbarer Weise geht der Bildung der hervorzubringenden Familien, aus denen die zweite höhere Stufe erst zusammengesetzt werden soll, eine Unterscheidung der Mineralien in kieslige Fossilien, salinisch zusammengesetzte Steingattungen, und, wie die Folge lehrt, in metallische, man weifs nicht, ob Fossilien, Mineralien oder Steingattungen, voraus, von der man nicht einsieht, wo sie herkommt, und deren Natur ziemlich *chemisch* (s. weiter unten) zu seyn scheint; das Princip, nach welchem die Familien in Hrn. *Weifs's* natürlichem Systeme entstehen, ist hingegen *rein geognostisch:* das Ganze aber das bewundernswürdige Resultat der oben angeführten »möglichst abgemessenen Würdi-

»gung der verschiedensten Eigenschaften der Minera-
»lien bei den Zusammenstellungen und Trennungen der
»höheren Abtheilungen.« Denn was für einen Begriff
man sich auch von der Geognosie macht; so wird doch
ein Jeder zugeben, dafs die Geognosie die Mineralogie
voraussetze, denn der Geognost mufs wenigstens die
Species der Mineralien kennen, wenn er ihre geogno-
stische Wichtigkeit beurtheilen will, und ich glaube,
eine weit tiefere Einsicht, sowohl in die Mineralogie als
in die Geognosie, besitzen, wenn sein Urtheil nur eini-
gen Werth haben soll, da die geognostische Wichtig-
keit ein sehr unbestimmter und schwankender Begriff
ist; und wie soll er diese Species, das wenigste, was
er braucht, kennen lernen, als durch die Mineralogie?
Des Hrn. *Weifs* mit »Nothwendigkeit gebotenes« Prin-
cip für die Bildung der Familien hat also nicht nur stark
das Ansehen einer Inconsequenz, sondern verdient in
der That nicht, dafs wir dabei verweilen, um es an sich
und in seiner Anwendung zu prüfen, weil aus dieser An-
wendung doch nichts herauskommen kann, als eines der
luftigen Phantasiegebäude, dergleichen wir mehrere in
verschiedenen, hier nicht anzuführenden Schriften be-
sitzen, und die aufser ihrer gänzlichen Nutzlosigkeit,
zumal wenn sie geschickt abgefafst sind, noch den Nach-
theil mit sich führen, dafs sie junge Köpfe, denen sie
vorzüglich gefallen, von dem Studio ernsthafter Wissen-
schaften abziehen. Nur eins wollen wir noch von die-
sem Principe erwähnen, d. i. seine Allgemeinheit, weil
diese von der »Nothwendigkeit« unzertrennlich ist.
Darüber hören wir aber den Verfasser selbst im Verfolge
dieses §., wo er sagt: »Aber diese mäfsige Anzahl geo-
»gnostisch hervortretender Gattungen, denen freilich
»unter den metallischen bald *Schwefelkies*, *Bleiglanz*,
»*Blende*, *Magneteisenstein*, *Spatheisenstein* u. s. w. sich

»anreihen, reicht doch nicht hin, um mit Zuversicht »natürliche Familien durch die ganze Reihe der Minera- »lien hindurch zu begründen. Wo die geognostischen »Beziehungen keine so unzweifelhaften Aussagen mehr »thun, da können nur die dem Mineral, abstrahirt von »seiner Stelle in der Erde zukommenden, sowohl natur- »historischen als chemischen Eigenschaften die Verglei- »chung leiten, weitere natürliche Verwandtschaften ins »Licht setzen, und die Bildung neuer Familien als »natürlicher rechtfertigen. Wer träfe hier nicht sogleich »auf die natürliche Familie der *Zeolithe*, wenn man auch »nicht versuchen wollte, sie selbst aus dem geognosti- »schen Gesichtspuncte zu rechtfertigen.« Für wen schreibt Hr. *Weiſs?* Was hält er von dem Leser, dem er solche Sachen vorzutragen wagt? Das mineralogische Publikum ist freilich gewohnt, von seinen Authoren manches hinzunehmen, was man dem zoologischen und botanischen nicht bieten dürfte; allein so Etwas von einem Manne zu hören, der so viele reelle Verdienste um die Mineralogie besitzt, der im Einzelnen so manches Wahre und Nützliche mit seltenem Scharfsinn geliefert hat, muſs jeden Leser befremden. Ich habe schon früher gezweifelt, daſs die ganze Abhandlung von Hrn. *Weiſs* herrühre, da sie in mancher Hinsicht so sehr von seinen früheren Arbeiten sich unterscheidet, und diese Zweifel sind mir in diesem §. mit verdoppelter Stärke erwacht. Allein die Umstände, unter welchen der Aufsatz erschienen ist, lassen sie nicht aufkommen. So sey es denn, wie es wolle. Der Leser erkläre es, wie er kann. Wir gehen weiter.

Der Anfang des achten §. leitet die Frage ein, ob der Diamant in die Edelstein-Familie gehöre oder nicht. Hier ist nicht unsere Ordnung der Gemmen verstanden, denn in Beziehung auf diese kann die Frage gar nicht

Statt finden. Die eigenen Worte des Verfassers sind: »Die Edelsteine werden dem Naturhistoriker jederzeit, »nur dem Chemiker nicht, als eine der natürlichsten »Familien erscheinen. Jener Gipfel des Cohäsionszu»standes, jenes Maximum von Härte bei dem höheren »Steingewicht, bei dem Mangel metallischen Ansehens »gern vollkommener Durchsichtigkeit und besonderer »Lebhaftigkeit in den Eigenschaften gegen das Licht, »von welchem aber freilich keineswegs eine chemische »Ähnlichkeit oder Verwandtschaft der Grund ist, worin »im Gegentheil die verschiedenartigsten Stoffe und Zu»sammensetzungen sich begegnen, lassen den Naturhi»storiker wohl mit Recht die Natürlichkeit der Edelstein»Familie behaupten und festhalten.«

»Es frägt sich — und wir kommen hier gleich an »die rechten Spitzen des Controvers —: wie weit geht »die Natürlichkeit der Edelstein-Familie? Darf und mufs »der Diamant den übrigen beigezählt werden?«

Hr. *Weifs* antwortet: »Der Naturhistoriker wird »unbedenklich sagen: ja wohl! er mufs! Der Chemiker: »er kann nicht! er darf nicht!« Die beiden Principien sind also hier mit einander im Widerspruche, die Gesichtspuncte verschieden, aus welchen der Gegenstand betrachtet wird; und der Widerstreit wird nie zu heben seyn, wenn man von dem Demante nicht lernt, *was man aus der Logik hätte lernen sollen*, dafs ungleichartige Principien, folglich ungleichartige Erkenntnisse, nicht in einer Wissenschaft verbunden seyn können. Diefs ist der Ausspruch »des Schiedsrichters, des Philosophen, »der darüber entscheiden könnte,« den es aber »seines »Bedünkens,« sagt Hr. *Weifs*, »nicht gibt.« Er fährt fort: »Wenn noch ein Schiedsrichter aufgerufen werden »könnte, so wäre es (vorausgesetzt, wir nahmen den »Naturhistoriker im beschränkteren Sinne des Wortes)

»der eigentliche Physiker (so fern er nicht schon mit
»dem Naturhistoriker einer und derselbe war). Dieser
»aber wird freilich den Naturhistoriker jetzt kaum noch
»unterstützen; er wird um der Lichtbrechung willen
»den Diamant so ungemein abweichend finden gegen al-
»les, was sonst Edelstein heiſst, daſs er zur Trennung
»gar nicht abgeneigt seyn wird.« Der eigentliche Phy-
siker (der nie mit dem Naturhistoriker einer und der-
selbe seyn kann, dessen Geschäft aber genau das Ge-
schäft des Chemikers ist) kann den Naturhistoriker auf
keine Weise unterstützen; denn erstlich gebraucht der
Naturhistoriker keine Unterstützung von irgend einer
Erfahrungswissenschaft, und zweitens hat die Physik
(mit Inbegriff der Chemie, als ihres Theiles) es nicht
mit der Classification der Naturproducte, sondern mit
der Erklärung ihrer Eigenschaften zu thun, und Hr.
Weiſs hat vollkommen Recht, wenn er sagt: »er,« der
Physiker, »wird um der Lichtbrechung willen den Dia-
»mant so ungemein abweichend finden gegen alles, was
»sonst Edelstein heiſst,« und vollkommen Unrecht, wenn
er hinzusetzt: »daſs er zur Trennung gar nicht abgeneigt
»seyn wird;« denn dieſs ist keineswegs sein Geschäft,
wenn nicht etwa von Kräften, Naturgesetzen u. s. w. die
Rede ist, die er, um Ordnung und Zusammenhang in
seine Wissenschaft (die Physik) zu bringen, allerdings
trennen und zusammenstellen muſs. Doch hören wir
weiter: »Und wenn es nun als erwiesen angesehen wer-
»den muſs, daſs die Substanz des Diamantes identisch
»ist mit der des Graphites, mit reiner Kohle, kann die
»Chemie je stärker eine Vereinigung fordern, als eben
»hier? — Freilich gibt es wiederum keine stärkeren,
»durchgreifenderen Contraste, abgesehen von den che-
»mischen Eigenschaften, als zwischen Diamant und Gra-
»phit oder den kohligen Fossilien sonst! — und wenn

»dem Naturhistoriker das Recht auf den Diamant in der »Edelstein-Familie entrissen würde, so würde er sich »doch noch sträuben, aus Diamant und Graphit u. s. w. »Eine Familie bilden zu lassen; es würde diefs wie- »derum eine durchaus chemische, eine gar nicht natur- »historische Familie, in welcher Ausdehnung sie ge- »nommen würde, seyn, und der Naturhistoriker mit vie- »lem Anscheine des Rechts gegen sie protestiren!« — Dafs, wie Hr. *Weifs* sich äufsert, die Chemie Kohle mit Kohle vereinigt, wenn sie die Kohle oder den Kohlenstoff abhandelt, ist ganz der Ordnung gemäfs. Sie betrachtet die chemischen Eigenschaften der Kohle, und findet diese an dem Demante wieder, ohne zu fragen ob? und ohne sich darum zu bekümmern, dafs dieses Mineral in eine naturhistorische Ordnung gehöre, in welcher der Kohlenstoff sonst nicht zu Hause ist, d. h. in welcher die Mineralien, die sie vereinigt, keinen Kohlenstoff enthalten. Dafs die Chemie die Stoffe, die übrig bleiben, wenn sie die Mineralien zerlegt, und dadurch bewirkt hat, dafs sie aufhören, *Mineralien* zu seyn, und selbst Aggregate dieser Stoffe, nach gewissen Proportionen, in so fern sie aus *einem* Minerale erhalten werden, classificirt, wer kann etwas dagegen einwenden? wenn sie nur recht weifs, warum und wozu sie diefs thut. *Die Mineralien classificirt sie nicht*, denn die *sind* längst nicht mehr, wenn es bei ihr zur Classification kommt *), und es gehen sie also die Contraste, die sich etwa unter ihnen finden möchten, nicht an. Sie entreifst daher auch dem Naturhistoriker »das Recht auf »den Diamant in der Edelstein-Familie,« worunter hier nichts anderes, als die Ordnung der Gemmen verstan-

*) Vergl. Hrn. *Van der Null's* Mineralien-Cabinett, Th. I. S. 3.

den werden kann, keineswegs, und muthet ihm auch nicht zu, »aus Diamant und Graphit u. s. w. Eine Fami-»lie bilden zu lassen,« denn diese würde wiederum, wie Hr. *Weiſs* sehr richtig bemerkt, »eine durchaus chemi-»sche, eine gar nicht naturhistorische Familie, in wel-»cher Ausdehnung sie genommen würde, seyn, und »der Naturhistoriker würde« (nicht nur) »mit vielem »Anschein des Rechts« (sondern mit vollkommenem Rechte) »gegen sie protestiren!« —

Dieſs ist nur eine der oben angeführten Discussionen, von welchen Hr. *Weiſs* sagt: »Daſs sie hier kei-»nesweges zu Ende gebracht werden sollen, wohl aber »angeregt werden müssen, sobald von dem Versuch ei-»nes natürlichen Systembaues die Rede ist; dergleichen,« bemerkt er, »sind es, die bei der, keine scientifische »Betrachtung zurückweisenden Bildung eines natürlichen »Systems unvermeidlich zur Sprache kommen.«

Daſs man überlegt, bevor man an die Ausarbeitung einer Wissenschaft geht, und zur Errichtung des Systems, welches ihr endliches Product ist, schreitet, womit man es zu thun habe, die Principien festsetzt, ihre Anwendung prüft und beurtheilt, ihr Feld ausmiſst, ihre Grenzen absteckt u. s. w., das drückt man mit einem Worte dadurch aus, daſs man sagt, *es müsse der Wissenschaft eine Propädeutik vorausgehen.* Eine solche Propädeutik wird mancherlei Discussionen enthalten, wiewohl schwerlich eine der Art, von welcher Hr. *Weiſs* hier eine Probe gegeben. Denn ehe man consequenter Weise zu einer solchen gelangen könnte, müſsten wohl die Principien ins Reine gebracht seyn, wie daraus folgt, daſs die Principien das Erste, der Anfang, der ganzen Wissenschaft sind. Unter dieser Voraussetzung können aber dergleichen Discussionen gar nicht zu Stande kommen, wie Hr. *Weiſs* durch das, was er in dem gegen-

wärtigen §. anführt, zur Genüge erwiesen. Denn wenn er *den Naturhistoriker* fragt, ob der Diamant zu der Ordnung der Gemmen gehöre, so läſst er ihn antworten: »*ja wohl! er muſs!*« denn dieser hat die Ordnung der Gemmen nach naturhistorischen Principien zu beurtheilen; und wenn er an den *Chemiker* diese Frage richtet, und *dieser den Sinn derselben nicht überlegt*, und glaubt, man wolle von ihm wissen, *ob die Kohle zu den Stoffen gezählt werden dürfe, die man aus der Zerlegung der übrigen Mineralien erhält, welche in die Ordnung der Gemmen gehören*, so muſs die Antwort seyn: »*sie kann* »*nicht! sie darf nicht!*« denn die naturhistorische Ordnung der Gemmen selbst geht ihn nicht an, und *er würde gar nicht geantwortet haben, wenn er die Frage gehörig verstanden hätte.* In Fällen aber, in welchen propädeutische Discussionen Statt finden können, und folglich, darin bin ich mit Hrn. *Weiſs* vollkommen einig, Statt finden müssen, müssen sie auch *vollendet* seyn, bevor man zur Wissenschaft selbst, noch mehr, bevor man zu dem Resultate derselben, dem Systeme gelangt; und wenn man sie nicht vollenden kann, so sind und bleiben sie leeres Geschwätz, welches das Nachtheilige an sich hat, daſs es von Unverständigen aufgegriffen, in die Länge und Breite gezogen, und wohl mancher fähige Kopf dadurch verwirrt und ihm Abneigung und Ekel gegen die Wissenschaft beigebracht wird.

»Weit willkürlicher aber noch« (nämlich als das, was Hr. *Weiſs* im vorigen §. angeführt hat), »denn dort »hofft man doch noch, etwas den Ausschlag mit Noth»wendigkeit Gebendes zu finden« (freilich nur, wenn man von Principien ausgegangen ist, aus welchen allein etwas mit Nothwendigkeit folgen kann), »weit willkür»licher,« sagt der Verfasser im neunten §., »erscheint »es, welche Grenzen den bereits mit Sicherheit als na-

»türlich gefundenen Familien gegeben werden sollen!«
Ich dächte, wenn die natürlichen Familien bereits *mit Sicherheit* gefunden wären, so wären auch ihre Grenzen gefunden, sonst möchte es um die Sicherheit der natürlichen Familien schlecht stehen. »Und,« fährt er fort, »es ist einleuchtend, daſs eben da, wo die aner»kannte Nothwendigkeit aufhört,« das wäre, wo die Principien keine Anwendung mehr gestatten, »der Will»kür Spielraum bleibt, und daſs es eben so wohl ge»than seyn kann wenigern Familien, und also diese von »gröſserem Umfange, als mehrere Familien, jede also »von geringerm Umfange und um so engerem, klarerem »Bande unter sich, zu unterscheiden und festzusetzen.« Was die Willkür thut, was also ohne Principien geschieht, wen gelüstet in einer Wissenschaft, das zu erfahren? Denn wenn »von Nothwendigkeit des einen und »des andern Verfahrens, da schon nicht mehr, sondern »nur von Zweckmäſsigkeit und Gutheiſsenkönnen,« wenn es einem so beliebt, »die Rede ist,« so hat die Wissenschaft schon aufgehört, und es liegt nichts mehr daran, ob, »wenn auch die Zahl der Familien schon festge»setzt ist, es immer Gattungen geben werde, welche »so die Mitte halten in der Ähnlichkeit mit den Gliedern »der einen oder der andern Familie, daſs es wohl gleich »zuläſsig wäre, sie zur einen oder zu der andern zu »zählen.«

Die ganze Stelle ist gegen die naturhistorischen Ordnungen gerichtet. Diese Ordnungen müssen nach dem Princip der Ähnlichkeit beurtheilt werden, denn sie beruhen auf diesem Principe. Ich habe oben erklärt, daſs wenn Hr. *Weiſs*, belehrt durch Erfahrung, denn dieser allein steht die endliche Entscheidung zu, gefunden, daſs die Ordnungen und Geschlechter des naturhistorischen Mineralsystems nicht vollkommen naturge-

mäſs bestimmt sind, und mir Anleitung gegeben hätte, sie zu verbessern, ich ihm gedankt haben würde. Aber die Principien der Naturgeschichte muſs er nicht wankend oder verdächtig machen wollen, denn dazu ist er, wie er in seiner gegenwärtigen Schrift unumstöſslich bewiesen, nicht der Mann, wenn es auch sonst Einem in den Sinn kommen könnte. Auch kann er keine anderen in die Stelle derselben setzen, denn die ganze Naturgeschichte hat keine anderen, und würde aufhören Naturgeschichte zu seyn, wenn man ihr andere unterschöbe. Ich würde in Wiederholungen gerathen, die ich freilich hier nicht überall vermeiden kann, wenn ich in dieser Materie fortfahren wollte, und begnüge mich, Hrn. *Weiſs* und diejenigen Mineralogen, die etwa darüber weitere Belehrung bedürfen sollten, an die Logik zu verweisen, indem ich den Verfasser weiter reden lasse.

»Solche Nichtnothwendigkeiten, solche arbiträre »Seiten des Systemes soll ein solches, wenn es ein na»türliches seyn, also die Verhältnisse, wie sie und so »weit sie erkannt sind, darlegen soll, keineswegs ver»stecken oder bemänteln, sondern im Gegentheile es »sich zur Pflicht achten, sie kenntlich zu machen und »auszusprechen.« Diese Stelle ist direct gegen mich gerichtet. Wenn Hr. *Weiſs* meinen Grundriſs gelesen hat, so wird er gefunden haben, daſs ich an manchen Stellen von Unvollkommenheiten, Schwächen, von Mangelhaftigkeit u. s. w. geredet, und keineswegs gesucht habe, sie zu bemänteln oder zu verstecken; und wenn er den Grundriſs verstanden hat, welches freilich etwas anders, wiewohl keineswegs schwierig ist, so wird er einsehen, daſs diese Unvollkommenheiten nicht in den Principien, sondern in der Anwendung liegen, und von der Mangelhaftigkeit der Erfahrung herrühren. Diese erweitert und berichtiget sich täglich. Also wird manches sich ändern,

so wie schon manches sich geändert hat. Wo aber ist denn die Erfahrungswissenschaft, in welcher diefs nicht der Fall wäre, und immerdar der Fall seyn wird? Im Verfolge dieses §. sagt Hr. *Weiſs:* »Ob also z. B. die »Familie des Quarzes in die engsten Grenzen eingeschlos- »sen werden soll, wie wir zuförderst am rathsamsten »erachten, oder weiter ausgedehnt werden, so dafs sie »nach dem Opal, nach dem Haytorit, der ihr auch in »jenem engsten Sinne zufiele, zunächst den Dichroit »mit aufnehmen würde, ist billig schon ein Gegenstand »der Discussion, der nicht vereinzelt, sondern nach »vollständigerem Überblicke wird zu entscheiden seyn. »Und so wird fast jede Familie zu speciellen Erörterun- »gen einladen, oder ihrer zur weiteren Rechtfertigung »bedürfen. Und solche Discussionen, gut geführt, wä- »ren es, die die Ausbildung des natürlichen Systemes, »und ein Verständnifs darüber unter den verschiedenen »Schriftstellern herbei führen können.« Über die Discussionen im Allgemeinen habe ich mich oben erklärt. Gut geführt werden sie seyn, wenn sie aus Principien geführt sind, ohne welche man, wie wir an dem Beispiele des Hrn. *Weiſs,* nach so vielen andern, abermals sehen, nie ins Reine kommt. Diefs ist auch das Mittel, Einverständnifs darüber unter den verschiedenen Schriftstellern herbei zu führen. Ob übrigens das, was Hr. *Weiſs* hier sagt, sich auf die Geschlechter oder auf die Ordnungen des naturhistorischen Mineralsystemes beziehen soll, weifs ich nicht, und lasse es daher blofs für *seine* natürlichen Familien gelten. Was aber den Haytorit betrifft, so ist derselbe entweder eine blofse regelmäfsige Pseudomorphose (Afterkrystall) des rhomboëdrischen Quarzes, oder eine eigene Species des Geschlechtes Quarz. Ich habe nur eine einzige Varietät davon gesehen, welche mir Hr. *Tamnau* in Berlin durch

die Gefälligkeit des Herrn Professor *G. Rose* zur Ansicht zu übersenden die Güte gehabt hat, und nicht untersucht, kann also darüber nicht entscheiden. Dagegen gehört der Dichroit ganz gewiſs in das Genus Quarz, wie die unmittelbare Vergleichung lehrt, und würde, in nicht krystallisirten Varietäten, sogar schwer von den Varietäten des rhomboëdrischen Quarzes naturhistorisch zu unterscheiden seyn, wenn er die Eigenschaft nicht besäſse, von welcher der von Hrn. *Weiſs* gebrauchte Trivialname hergeleitet ist.

Der Schluſs dieses §. lautet wie folget:

»Wir werden also Manches, aber bei weitem nicht »Alles, was unsere Familien betrifft, für nothwendige »Stücke eines natürlichen Systemes erklären! — Daſs »die *Reihenfolge* der Familien in den Ordnungen, so wie »der Gattungen in den Familien, keine nothwendige ist, »versteht sich von selbst, da es ohnehin nur eine Ver»letzung, aber eine durch die der Form menschlicher »Rede angepaſste Form des Nacheinander in der Dar»stellung abgenöthigte Verletzung der vielfachen, in ei»ner linienartigen Reihe nicht darstellbaren, netzförmi»gen Verbindung, der Familien innerhalb ihrer Ord»nungen sowohl, als jenseits derselben gegen verwandte »Familien benachbarter Ordnungen ist, sie, wie wir »thun müssen, in eine Reihe zu bringen. Nur Zweck»mäſsigkeit muſs hier wieder die Wahl der Reihenfolge »leiten, wobei immer widernatürliche Trennungen zu »machen unvermeidlich bleibt.« Was Hr. *Weiſs* von dem, was seine natürlichen Familien betrifft, hier nothwendig oder nicht nothwendig erkennen will, darüber können wir mit ihm nicht rechten. Aus dem, was er als seine Grundsätze annimmt, läſst sich alles machen, nur nichts Consequentes, wovon die Folge ein merkwürdiges Beispiel liefern wird. Die Vorstellungen von

netzförmigen Verbindungen, Flächennetzen, körperichen Netzen u. s. w., welche der Verfasser in Beziehung auf die Reihenfolge der Familien in den Ordnungen (es ist zu bemerken, dafs von den Ordnungen noch nicht die Rede gewesen, sondern diese erst in dem folgenden §. abgehandelt werden) berührt, scheinen mir bisher von wenigem Nutzen gewesen zu seyn, und wenigen Nutzen in der Folge zu versprechen, wahrscheinlich, weil die ihnen zum Grunde liegenden Begriffe von Species, Geschlecht und was sonst etwa berücksichtiget oder nicht berücksichtiget seyn möchte, nicht in dem besten Zustande waren. Denn in der Voraussetzung richtiger Begriffe von diesen wären sie schwerlich entstanden. Wer eingesehen hat, wie aus den Individuen die Species, aus den Speciebus die Geschlechter, aus den Geschlechtern die Ordnungen u. s. f. gemäfs den Begriffen der Einerleiheit, Gleichartigkeit und Ähnlichkeit hervorgehen, wird auch in Absicht der Reihenfolge bald ins Klare kommen, und nicht in die Verlegenheit gerathen, widernatürliche Trennungen zu machen. Die Zweckmäfsigkeit aber wird sich aus der Brauchbarkeit der Classificationsstufen und des Mineralsystemes (Gr. §. 229, S. 432) beurtheilen lassen, ohne welche die ersten unnütz sind, das letzte aber ein überflüssiger Hausrath wird.

»Wenden wir uns zu den Ordnungen. Je höher,« fährt Hr. *Weifs* §. 10 fort, »und allgemeiner die Classi»ficationsstufe wird, je weiter entfernt sie sich von der »unmittelbaren und mit Nothwendigkeit gegebenen ech»ten Natureinheit, der Gattung; und in dem Mafse wird »die Evidenz und das Schlagende der naturhistorischen »Ähnlichkeiten und Verwandtschaften schwächer, die »Möglichkeit, sie in der einen oder der andern Weise »zu verfolgen und zu verknüpfen wird vielfältiger, und

»daher die naturhistorische Nothwendigkeit der Fest-»setzung bestimmter oherer Abtheilungen kaum noch »ersichtlich, die Willkür bei einem dennoch vorwaltend »naturhistorisch bleibenden Verfahren um so gröfser.« Der Verfasser mengt hier Wahres und Unwahres unter einander, scheint überhaupt in dem Begriffe der Nothwendigkeit sich verwickelt zu haben, und redet der Willkür das Wort, um sie in der Folge desto freier schalten zu lassen. Nur Eins verdient bei dieser Gelegenheit bemerkt zu werden, weil es auf die richtige Beurtheilung des Gegenstandes Einflufs hat. Nicht die *Species* (Gattung bei Hrn. *Weifs*) ist die *unmittelbar gegebene* (die übrigen Bestimmungen können hier wegbleiben) Natureinheit, sondern das *Individuum*. Denn die Natur bringt keine Species hervor, sondern blofse Individuen, gibt aber diesen die Einrichtung, dafs der Begriff der Gleichartigkeit auf sie angewendet, und die Species solchergestalt durch Construction hervorgebracht werden kann, wie der Grundrifs gelehrt hat. Die naturhistorische Ähnlichkeit kommt hier gar nicht in Betrachtung, sondern tritt erst bei der Erzeugung der Geschlechter ein, verliert auch nicht an Evidenz, wenn von Evidenz hier die Rede seyn kann, noch weniger an Naturgemäfsheit (so glaube ich das Schlagende erklären zu müssen), und die Begriffe werden nur, wie das auch ganz recht ist, höhere und höhere, die Vorstellungen umfassendere, und erhalten einen so grofsen Umfang, dafs es schwer wird, ihre *Anwendbarkeit* zu beurtheilen, wenn man nicht die Gegenstände selbst vor Augen hat. (Gr. 228.) Doch wir wollen uns bei so allgemein anerkannten Sachen nicht aufhalten, sondern den Verfasser weiter hören, der also fortfährt: »Defshalb glaube ich, »dafs *so wie* bei der Festsetzung der Gattungen selbst »und bei der Bildung der nächsten höheren Classifica-

»tionsstufe der naturhistorischen Betrachtung die *erste* »Stimme, der Chemie dagegen eine *zweite* und das Recht »des Einspruches gebührt; so *umgekehrt*, bei der höhe»ren Classificationsstufe, wo die naturhistorische Ähn»lichkeit eine unsichere Leiterin ist, die Natur der Mas»sen, die chemische Beschaffenheit derselben, um so »gewichtigere Aussprüche thut, um so wesentlichere »Ähnlichkeiten und Unähnlichkeiten festhalten lehrt. Also »der Chemie folge ich vorzugsweise in der Wahl der »Ordnungen; nicht ohne dafs das Recht des Einspruches »auch hier wiederum der naturhistorischen Betrachtung »bleibe.« Das Unbestimmte und Schwankende dieser Stelle berühre ich nicht, denn der Leser ist schon daran gewöhnt. Die Species (Gattung) und die nächst höhere Classificationsstufe (die Familie) sollen also nach naturhistorischen Principien, die Ordnungen dagegen chemisch bestimmt werden. Auf das beiderseitige Recht des Einspruches nehme ich weiter keine Rücksicht, weil es nur da ist, um den Discussionen den Weg zu bahnen, über welche ich mich im Vorhergehenden bereits erklärt habe. Hr. *Weifs* scheint aber vergessen zu haben, dafs er zur Bildung seiner Familien oben (§. 7) geognostische Principien angenommen hat. Sind denn diese auch naturhistorische? Ich weifs wohl, wie es um die geognostischen Principien überhaupt steht, glaube aber nicht, dafs es dazu beitragen wird, sie ins Klare zu setzen, wenn man sie mit den naturhistorischen vermengt. Doch, diefs alles können wir dahin gestellt seyn lassen, denn es ist blofser Wirrwarr. Nun aber lehrt die Logik, dafs der ganze Begriff des Geschlechtes in dem Begriffe der Species, d. h. überhaupt der höhere in dem niedrigern enthalten seyn müsse. Wie kann der geognostisch bestimmte Begriff der Familie in dem der naturhistorisch bestimmten Species, selbst, wenn wir bei

dieser Bestimmung mit Hrn. *Weiſs*, aber nicht mit Recht, der Chemie die zweite Stimme und das Recht des Einspruches einräumen, enthalten seyn? und wie in dem geognostisch bestimmten Begriffe der Familie der chemisch bestimmte Begriff der Ordnung? Und wie kann umgekehrt in den Begriff der Familie hineinkommen, was nicht in dem Begriffe der Species, und in den Begriff der Ordnung, was nicht in dem Begriffe der Familie enthalten ist? Dergleichen Inconsequenzen, man kann sie in Wahrheit die gröſsten nennen, welche begangen werden können, sind, obwohl etwas Unerhörtes in andern Wissenschaften, dennoch in der Mineralogie schon vorgekommen. Es ist mir leid, hier sogar an einen Mann denken zu müssen, vor welchem ich übrigens die gröſste Hochachtung habe. Nachdem derselbe sich vollkommen überzeugt hält, daſs die Species naturhistorisch bestimmt werden müssen, fragt er: wie aber gelangen wir zu den Geschlechtern? und antwortet: durch die Chemie, denn diese bestimmt den Plan der ganzen Methode. So wenig der Logik, aus obigen Gründen, angemessen dieſs ist; so ist es doch wenigstens klare Sprache, in der es kein Recht des Einspruches, keine »vorzugsweise« u. d. gl. gibt, und wenn man es also auch eine Inconsequenz nennen muſs, so bleibt doch die gröſste Feindin aller Wissenschaftlichkeit, die Willkür, aus dem Spiele. Doch, vielleicht ist auch dieſs das Ärgste noch nicht.

Hr. *Weiſs* kommt in der Fortsetzung dieses §. zunächst auf einen anderen Gegenstand. »Ich belege,« fährt er fort, »die Ordnungen ganz gerne mit chemi»schen Namen. Diese Namen sind keine Definitionen. »Man darf aus ihnen nicht allein und ohne Einschrän»kung urtheilen wollen, was in der so benannten Ord»nung stehen müsse. Es sind mit einem Worte Namen,

»gebildet durch die überwiegenden chemischen Überein-»stimmungen; *a potiori fit denominatio.* Diese Regel »ist nicht ausser Acht zu lassen, wenn man im Einzel-»nen hie und da durch den allgemeinen Namen nicht »ausgesprochene Zusammenstellungen antrifft; Wider-»sprüche gegen den Begriff der Ordnungen würde man »nur dann in ihnen finden zu wollen berechtiget seyn, »wenn die Namen der Ordnungen ihre Definitionen wä-»ren; das sind sie nicht!« Damit ist genug gesagt, und man könnte es sogar gelten lassen, wenn diese sogenannten Namen Namen wären. Aber es sind, wie die Folge lehrt, Benennungen (Gr. §. 232). Auch als solche sind und sollen sie keine Definitionen seyn, das ist richtig. Allein was fängt man mit ihnen an, wenn das sich von ihnen sagen läfst, was der Verfasser selbst von ihnen sagt? Das werden wir unten sehen. Hr. *Weifs* fährt fort: »Aber an Übersichtlichkeit ist, glaube ich, »allem Genüge geleistet durch die sehr einfache Unter-»scheidung von folgenden sieben Ordnungen:

»I. Ordnung.	Familien	der oxydischen (eigentlichen) *Steine.*
»II.	»	»	der salinischen *Steine.*
»III.	»	»	der salinischen *Erze.*
»IV.	»	»	der oxydischen *Erze.*
»V.	»	»	der gediegenen *Metalle.*
»VI.	»	»	der geschwefelten *Metalle.*
»VII.	»	»	der *Inflammabilien.*«

Die Familien, welche in diesen Ordnungen enthalten sind, führt Hr. *Weifs* unter §. 17 an, und wir werden sie dem Leser dort nicht vorenthalten. In dem gegenwärtigen §. fügt er hinzu: »Gewifs bedarf es nun »nicht noch erst der Classen; die Reihe der Ordnungen »ist so bequem zu übersehen, dafs es keine Art Erleich-»terung seyn könnte, von ihnen noch zu einer höheren

»Abtheilung im Systeme aufsteigen zu wollen.« Freilich zu keinen andern, als die schon da, aber wie es scheint, vom Hrn. *Weiſs* übersehen worden sind: nämlich die Classe der *Steine*, die Classe der *Erze*, die Classe der *Metalle*, und die Classe der *Inflammabilien*. Hr. *Weiſs* wird diese Classen wahrscheinlich nicht zugeben wollen, und glaubt sich dagegen durch das verwahrt zu haben, was er von den Namen sagt, die er den Ordnungen beilegt. Allein dieſs kann sich doch nur darauf beziehen, was in den Familien dieser Ordnungen enthalten ist, und ist dann schon schlimm genug. Soll man aber aus diesen Namen nicht einmal schlieſsen dürfen, daſs das zusammengefaſst werden müsse, was in denselben mit einerlei Hauptworte bezeichnet ist, so haben sie gar keinen Sinn. Der §. schlieſst mit folgenden Worten: »So, scheint es, wäre mit den einfachsten, leichtesten »Hülfsmitteln jedem Bedürfniſs der Übersicht begegnet. »Deſshalb gebe ich dieser allgemeinen systematischen »Anordnung vor allen den Vorzug.« Die Hülfsmittel, durch welche man in den Wissenschaften etwas zu Stande bringt, sind die Principien, und diese sind es auch, was Hr. *Weiſs* in dieser Stelle darunter versteht. Wer hat nicht schon die Einfachheit der Principien des Verfassers bewundert, die in seiner Gattung *naturhistorische*, in der Familie *geognostische*, in der Ordnung *chemische*, mit erster und zweiter Stimme, und dem Rechte des Einspruches sind? Leicht mögen diese Hülfsmittel seyn, denn es ist der Vorzug der Willkür, daſs sie keine Mühe macht, und das Abschreckende an den Principien, daſs sie mit unnachsichtlicher Strenge gehandhabt seyn wollen, und eine Consequenz erfordern, die, wenn auch sonst nicht den Naturforschern, doch einigen Mineralogen sehr lästig und verhaſst zu seyn scheint. Hr. *Weiſs* beschränkt sich auf das Bedürfniſs der Übersicht, für

welche leicht etwas gut genug ist. Der Grundriſs aber redet in einem der vorhin schon angeführten §§. noch von einer Anforderung, welche die Naturgeschichte an die systematischen Begriffe und an das System thut. Wie wird's um diese stehen? Hr. *Weiſs* wird dieſs wohl ein wenig bedenken müssen, bevor er sich berechtigt halten darf, seiner allgemeinen systematischen Anordnung vor allen den Vorzug zuzuschreiben.

(Der Beschluſs folgt.)

II.

Nur bei thermoelectrischen Strömen scheint die Ablenkung der Magnetnadel von der Länge des Leiters abzuhängen;

vom

Professor *Nörrenberg.*

In meinem Aufsatze, III. Bd., S. 257 dieser Zeitschrift *), habe ich die Versuche beschrieben, durch welche ich fand, daſs eine Verlängerung des 80 Meter langen Multiplicatordrahtes um 40 Meter keinen bemerkbaren Einfluſs auf die Gröſse der Ablenkung der Nadeln hatte. Ich habe seitdem diese Versuche mit übersponnenen Drähten wiederholt, mit welchen ich den Draht des Multiplicators auſserhalb der Glocke um 240 Meter verlängern konnte, und habe nie einen Einfluſs dieser Verlängerung auf die Gröſse der Ablenkung wahrgenommen, wenn die Ablenkung durch einen hydroelectrischen

*) In diesem Aufsatze steht S. 258, Zeile 9 von unten, durch einen Druckfehler, 40 Klafter statt 4 Loth.

Strom hervorgebracht wurde. Die constante Ablenkung, welche bei diesen Versuchen Statt fand, betrug 12½°. Der Apparat, welcher den hydroelectrischen Strom erzeugte, bestand aus einem mit destillirtem Wasser gefüllten Fläschchen, durch dessen Korkstöpsel ein Platin- und ein Eisendraht gesteckt waren.

Daſs auch die durch Reibungselectricität bewirkte Ablenkung unabhängig von der Länge des Leiters ist, glaube ich aus folgendem Versuche schlieſsen zu dürfen. Ich verband den Multiplicator auf die in oben angeführtem Aufsatze beschriebene Weise mit den Conductoren der Electrisirmaschine, und beobachtete, bei der wievielsten Umdrehung der Kurbel das Ende der ersten Schwingung der Nadeln Statt fand, so wie auch die Gröſse dieser Schwingung. Nachdem ich gefunden hatte, daſs die Gröſse der ersten Schwingung, welche durch 18 Umdrehungen der Kurbel hervorgebracht wurde, jedes Mal ziemlich genau 50° betrug, so legte ich zwischen das eine Ende des Multiplicators und den vom positiven Conductor herkommenden Leitungsdraht den 240 Meter langen übersponnenen Draht, und erhielt mit derselben Anzahl von Umdrehungen der Kurbel auch wieder dieselbe Gröſse der ersten Schwingung.

Bei Anwendung eines thermoelectrischen Stromes aber, den ich dadurch hervorbrachte, daſs ich zwei Verbindungsstellen eines aus Platin- und Eisendraht bestehenden Kettchens zwischen den Fingern erwärmte, erhielt ich Resultate, welche mit den bis jetzt bekannt gewordenen Beobachtungen fast besser übereinstimmen, als man es bei so ungünstigen Umständen erwarten sollte.

Bei jeder der folgenden drei Reihen von Beobachtungen wurde die erste Beobachtung ohne Verlängerung des 80 Meter langen Multiplicatordrahtes gemacht; bei der zweiten war das eine Ende des Multiplicators um

120 Meter, und bei der dritten um 240 Meter verlängert.

	Erste Beob.	Zweite Beob.	Dritte Beob.
1ste Reihe . .	18°	7°	5°
2te Reihe . .	19°	9°	5°
3te Reihe . .	18°	7°	4°

Modificirt man die beobachteten Ablenkungen ein wenig, so daſs man für die erste und dritte Reihe

$$18^\circ, \quad 7\,{}^1/_5{}^\circ, \quad 4\,{}^1/_2{}^\circ,$$

und für die zweite

$$20^\circ, \quad 8^\circ, \quad 5^\circ$$

annimmt, so geben die Ablenkungen, mit der Länge der zugehörigen Drähte multiplicirt, gleiche Producte; nämlich

$$18 \,.\, 80 = 1440, \qquad 20 \,.\, 80 = 1600,$$
$$7\,{}^1/_5 \,.\, 200 = 1440, \qquad 8 \,.\, 200 = 1600,$$
$$4\,{}^1/_2 \,.\, 320 = 1440, \qquad 5 \,.\, 320 = 1600.$$

III.

Bestimmung der Differenzialquotienten unbekannter Functionen;

vom

Professor *Nörrenberg.*

Die Ursache, warum noch immer die Meinungen über die zweckmäſsigste Art, die Gründe der Differenzialrechnung darzustellen, getheilt sind, und die von *Lagrange* entwickelte Theorie derselben noch nicht die allgemein herrschende geworden ist, liegt wohl hauptsächlich darin, daſs sowohl die von *Lagrange* selbst als

die von seinen Commentatoren angewandte Methode, die Ableitungen unbekannter Functionen zu bestimmen, nicht die rechte war. Dadurch, daſs diese Methoden zweier Ausdrücke bedürfen, welche die Zunahme der gesuchten Function einschlieſsen, sind sie nicht nur unbequem, sondern auch, weil sich nicht immer solche zwei Ausdrücke finden lassen, in vielen Fällen unbrauchbar. Ausserdem haben diese Methoden noch den Übelstand, die Zunahme der unabhängig veränderlichen Gröſsen dergestalt beschränken zu müssen, daſs gewisse davon abhängige Gröſsen während dieser Zunahme entweder beständig zu- oder beständig abnehmen. Die folgende Methode ist von diesen Mängeln frei, und dabei so elementar, als es die Darstellung der Functionenrechnung nach *Lagrange* erfordert.

Functionen von einer veränderlichen Gröſse.

Es sey s eine unbekannte Function von x, und werde zu $s+u$, wenn x zu $x+h$ wird, so hat man

$$u = \frac{ds}{dx} h + \ldots$$

Läſst sich nun aus den Umständen der Aufgabe ein bis auf die erste Potenz von h entwickelter Ausdruck für u finden, so daſs man

$$u = fx \,.\, h + \ldots$$

hat; so ist

$$\frac{ds}{dx} = fx$$

die gesuchte Ableitung.

Findet sich aber diese Entwickelung nicht, so sucht man die Entwickelung einer mit u in Beziehung stehenden Hülfsgröſse u', von der sich beweisen läſst, daſs sie mit u einerlei erstes Glied hat.

Hat man $u' = f'x \, . \, h + ..$ und denkt sich h in n gleiche Theile getheilt, so entsprechen den einzelnen Theilen die Ausdrücke

$$v' = f'x \, . \, \frac{h}{n} + ..$$

$$v'' = f'\left(x + \frac{h}{n}\right) . \frac{h}{n} + ..$$

$$v''' = f'\left(x + \frac{2h}{n}\right) . \frac{h}{n} + ..$$

. . . .

$$v^{(n)} = f'\left(x + \frac{n-1}{n} h\right) . \frac{h}{n} + ..$$

auf dieselbe Art, wie der Ausdruck $u' = f'x \, . \, h + ..$ der Gröſse h.

Die Entwickelung dieser Ausdrücke gibt

$$v' = f'x \, . \, \frac{h}{n} + ..$$

$$v'' = \left(f'x + \frac{df'x}{dx} . \frac{h}{n} + ..\right) \frac{h}{n} + .. = f'x \, . \, \frac{h}{n} + ..$$

$$v''' = \left(f'x + \frac{df'x}{dx} . \frac{2h}{n} + ..\right) \frac{h}{n} + .. = f'x \, . \, \frac{h}{n} + ..$$

. . . .

$$v^{(n)} = \left(f'x + \frac{df'x}{dx} . \frac{n-1}{n} h + ..\right) \frac{h}{n} + .. = f'x \, . \, \frac{h}{n} + ..$$

und folglich ist die Summe derselben

$$v' + v'' + v''' + .. + v^{(n)} = n \, . \, f'x \, . \, \frac{h}{n} + ..$$
$$= f'x \, . \, h + ..$$

Das erste Glied $f'x \, . \, h$ dieser Summe ist also einerlei mit dem ersten Gliede der Hülfsgröſse u', und unabhängig von n.

Wenn nun u' vermöge der Natur der Aufgabe in einer solchen Beziehung zu u steht, daſs die linke Seite der letzten Gleichung mit dem Werthe von u zusammenfällt, wenn n unendlich groſs wird, so muſs auch in

diesem Falle die rechte Seite in die Entwickelung von u übergehen. Da aber das erste Glied $f'x \, . \, h$ bei diesem Übergange unverändert bleibt, weil es von n unabhängig ist, so muſs es einerlei mit dem ersten Gliede der Entwickelung von u seyn, und man hat also

$$\frac{ds}{dx} = f'x.$$

Beispiel 1. Wenn eine Kraft P vermittelst eines vollkommen biegsamen, auf einem Cylinder gleitenden Fadens den Widerstand R überwältigen soll, so ist die Reibung s eine Function des von dem Faden umspannten Bogens x. Man sucht die Ableitung von s in Beziehung auf x.

Geht s in $s + u$ über, wenn x zu $x + h$ wird, so hat man

$$u = \frac{ds}{dx} h + \ldots$$

Da nun die Reibung auf einem um den Cylinder beschriebenen Prisma der Reibung auf dem Cylinder selbst gleich werden muſs, wenn die Anzahl der Kanten unendlich groſs wird, so bietet sich hier als Hülfsgröſse u' die Reibung auf der Kante dar, welche durch den Durchschnitt zweier Ebenen gebildet wird, wovon die eine den Cylinder im Anfangspuncte, und die andere in dem Endpuncte von h berührt.

Die Spannung des Fadens vom Anfangspuncte von h bis zu der Kante ist $P = R + s$, und von der Kante bis zu dem Endpuncte von h um die Reibung auf der Kante gröſser, also $P + u'$.

Bezeichnet man den Winkel der Kante mit α, so hat man für den Druck, welchen die beiden Kräfte P und $P + u'$ nach der zu der Oberfläche des Cylinders normalen Richtung auf die Kante hervorbringen:

$$P \cos. \frac{\alpha}{2} + (P + u') \cos. \frac{\alpha}{2}.$$

Da nun u' gleich diesem Drucke, multiplicirt mit dem Reibungscoefficienten μ ist, so hat man für die Bestimmung von u' die Gleichung

$$u' = \mu\,(2P + u')\cos.\frac{\alpha}{2},$$

woraus

$$u' = 2\mu P \,.\, \frac{\cos.\frac{\alpha}{2}}{1 - \mu\cos.\frac{\alpha}{2}}$$

$$= 2\mu P\cos.\frac{\alpha}{2}\left(1 + \mu\cos.\frac{\alpha}{2} + \ldots\right)$$

$$= 2\mu P\cos.\frac{\alpha}{2} + \ldots$$

folgt. Es ist aber, wenn r der Halbmesser des Cylinders ist:

$$\cos.\frac{\alpha}{2} = \sin.\frac{\frac{1}{2}h}{r} = \frac{\frac{1}{2}h}{r} - \ldots$$

folglich ist

$$u' = \frac{\mu P}{r}\,.\,h + \ldots$$

$$= \frac{\mu}{r}(R + s)\,h + \ldots$$

und also die gesuchte Ableitung

$$\frac{ds}{dx} = \frac{\mu}{r}(R + s).$$

Beispiel 2. Es sey $s = Ft$ der während der Zeit t zurückgelegte Weg eines sich mit der veränderlichen Geschwindigkeit $v = ft$ bewegenden Körpers: man sucht die Ableitung von s in Beziehung auf t.

Setzt man $s + u = F(t + h)$, so ist klar, daſs der während der Zeit h mit der Anfangsgeschwindigkeit v gleichförmig zurückgelegte Weg vh die Hülfsgröſse u' vorstellen kann, weil die Summe der Wege, welche der Körper während der Theile von h mit der jedem Theile entsprechenden Anfangsgeschwindigkeit gleichförmig zu-

rücklegt, dem während der Zeit h wirklich zurückgelegten Wege unendlich nahe kommt, wenn die Anzahl der Theile unendlich grofs wird. Man hat also

$$\frac{ds}{dt} = v.$$

Wenn $v = ft$, $v + u = f(t+h)$ die während der Zeiten t und $t+h$ von einer veränderlichen, beschleunigenden Kraft $\varphi = f't$ hervorgebrachten Geschwindigkeiten bezeichnen, und die Ableitung von v in Beziehung auf t gesucht wird; so folgt aus ganz ähnlichen Betrachtungen, dafs die Geschwindigkeit $h\varphi$, welche die Kraft φ während der Zeit h hervorgebracht haben würde, wenn sie unveränderlich gewesen wäre, die Hülfsgröfse u' vorstellen kann, und dafs also die gesuchte Ableitung

$$\frac{dv}{dt} = \varphi$$

ist.

Beispiel 3. Es sey $s = Fx$ ein Stück einer Curve, und es werde die Ableitung von s in Beziehung auf x gesucht.

Setzt man $s + u = F(x+h)$, so ist klar, dafs man als Hülfsgröfse u' die Chorde des Bogens u annehmen kann, weil die Summe der Chorden der Theile eines Bogens der Länge des Bogens unendlich nahe kommt, wenn die Anzahl der Theile unendlich grofs wird. Da nun, wenn $x+h$, $y+i$, $z+k$ die Coordinaten des Endpunctes von u sind,

$$u' = [h^2 + i^2 + k^2]^{\frac{1}{2}}$$
$$= \left[h^2 + \left(\frac{dy}{dx}h + \ldots\right)^2 + \left(\frac{dz}{dx}h + \ldots\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$$
$$= h\left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} + \ldots$$

ist, so hat man

$$\frac{ds}{dx} = \sqrt{\left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2\right]}.$$

Functionen von zwei veränderlichen Gröfsen.

Es sey $s = F(x, y)$ eine unbekannte Function von x und y, so hat man

$$\begin{aligned} F(x+h, y+i) = s &+ \frac{ds}{dx} \cdot h + \frac{d^2 s}{dx^2} \cdot \frac{h^2}{1 \cdot 2} + \ldots \\ &+ \frac{ds}{dy} \cdot i + \frac{d^2 s}{dx\, dy} \cdot hi + \ldots \\ &+ \frac{d^2 s}{dy^2} \cdot \frac{i^2}{1 \cdot 2} + \ldots \end{aligned}$$

Dieser Ausdruck zerfällt in folgende vier Theile:

$$F(x, y) = s,$$

$$F(x+h, y) - s = \frac{ds}{dx} \cdot h + \frac{d^2 s}{dx^2} \cdot \frac{h^2}{1 \cdot 2} + \ldots = t,$$

$$F(x, y+i) - s = \frac{ds}{dy} \cdot i + \frac{d^2 s}{dy^2} \cdot \frac{i^2}{1 \cdot 2} + \ldots = t',$$

$$F(x+h, y+i) - (s+t+t') = \frac{d^2 s}{dx\, dy} \cdot hi + \ldots = u.$$

Gewöhnlich ist es die Ableitung

$$\frac{d^2 s}{dx\, dy},$$

welche gesucht wird, und um sie zu finden, kommt es nur darauf an, aus der Natur der Aufgabe den Theil

$$u = \frac{d^2 s}{dx\, dy} \cdot hi + \ldots$$

zu erkennen, und das erste Glied seiner nach h und i geordneten Entwickelung zu bestimmen. Findet man

$$u = f(x, y) \cdot hi + \ldots$$

so ist $\dfrac{d^2 s}{dx\, dy} = f(x, y)$

die gesuchte Ableitung.

Findet sich aber die Entwickelung von u nicht, so sucht man das erste Glied der Entwickelung einer Hülfsgröfse u', von der sich beweisen läfst, dafs sie mit u einerlei erstes Glied hat.

Ist $u' = f'(x, y) \cdot hi + \ldots$, und man denkt sich sowohl h als i in n gleiche Theile getheilt, so entsprechen den einzelnen Theilen die Ausdrücke

$$f'(x, y) \cdot \frac{h}{n} \cdot \frac{i}{n} + \ldots$$

$$f'\left(x, y + \frac{i}{n}\right) \cdot \frac{h}{n} \cdot \frac{i}{n} + \ldots$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$f'\left(x, y + \frac{n-1}{n} i\right) \cdot \frac{h}{n} \cdot \frac{i}{n} + \ldots$$

$$f'\left(x + \frac{n-1}{n} h, y\right) \cdot \frac{h}{n} \cdot \frac{i}{n} + \ldots$$

$$f'\left(x + \frac{n-1}{n} h, y + \frac{i}{n}\right) \cdot \frac{h}{n} \cdot \frac{i}{n} + \ldots$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$f'\left(x + \frac{n-1}{n} h, y + \frac{n-1}{n} i\right) \cdot \frac{h}{n} \cdot \frac{i}{n} + \ldots$$

auf dieselbe Art, wie der Ausdruck $f'(x, y) \cdot hi + \ldots$ den Gröfsen h und i.

Bezeichnet man diese Ausdrücke mit $v', v'', v''', \ldots v^{(nn)}$, so erhält man durch Entwickelung und Summirung derselben

$$v' + v'' + v''' + \ldots + v^{(nn)} = f'(x, y) \cdot hi + \ldots$$

Das erste Glied dieser Summe ist also einerlei mit dem ersten Gliede der Hülfsgröfse u', und unabhängig von n.

Ist u' so gewählt, dafs die linke Seite der Gleichung für ein unendlich grofses n mit u zusammenfällt, so stellet alsdann die rechte Seite die Entwickelung von u dar,

und man hat

$$\frac{d^2 s}{dx\,dy} = f'(x, y).$$

Beispiel 1. Führt man durch den Punct x, y einer ebenen begrenzten Fläche zwei Geraden mit den zu einander senkrechten Achsen der Coordinaten parallel, so ist der Flächeninhalt eines jeden der vier Stücke, in welche die Fläche durch die beiden Geraden zerlegt wird, eine Function von x und y.

Es sey $s = F(x, y)$ der Inhalt desjenigen Stückes, welches mit x und y zugleich wächst, so ist der durch

$$u = \frac{d^2 s}{dx\,dy} \cdot hi + \ldots$$

ausgedrückte Theil von $F(x+h, y+i)$ das Rechteck, dessen Seiten h und i sind. Man hat also

$$u = hi,$$

und folglich $$\frac{d^2 s}{dx\,dy} = 1.$$

Beispiel 2. Legt man durch den Punct x, y, z einer Fläche $z = f(x, y)$ zwei zu einander senkrechte Ebenen parallel mit den Ebenen der xz und der yz, so ist die Gröſse eines jeden der vier Stücke, in welche die Fläche dadurch getheilt wird, eine Function von x und y.

Es sey $s = F(x, y)$ der Inhalt des Stückes, welches mit x und y zugleich wächst, so ist der durch

$$u = \frac{d^2 s}{dx\,dy} \cdot hi + \ldots$$

ausgedrückte Theil von $F(x+h, y+i)$ das Flächenstück, dessen Projection in der Ebene der xy das Rechteck hi ist.

Da sich hier nicht, wie in dem vorhergehenden Beispiele, die Entwickelung von u direct finden läſst, so muſs eine Hülfsgröſse u' angenommen werden.

Wenn man als bekannt voraussetzen will, 1) daſs man die Projection einer ebenen Fläche auf die Ebene der xy erhält, wenn man die Fläche mit dem Cosinus des Winkels multiplicirt, den sie mit dieser Ebene macht, und 2) daſs der Cosinus des Winkels, den die, die Fläche in dem Puncte x, y, z tangirende Ebene mit der Ebene der xy macht,

$$\left[1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2+\left(\frac{dz}{dy}\right)^2\right]^{-\frac{1}{2}}$$

ist, so bietet sich als eine sehr bequeme Hülfsgröſse u' das Stück dieser tangirenden Ebene dar, welches mit dem Flächenstücke u einerlei Projection in der Ebene xy, nämlich das Rechteck hi, hat.

Man hat alsdann

$$u'=\sqrt{\left[1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2+\left(\frac{dz}{dy}\right)^2\right]}\cdot hi,$$

und folglich

$$\frac{d^2s}{dx\,dy}=\sqrt{\left[1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2+\left(\frac{dz}{dy}\right)^2\right]}.$$

Nimmt man als Hülfsgröſse u' die Summe der beiden geradlinigen Dreiecke an, welche ihre Spitzen in den Ecken des Flächenstücks u haben, so gelangt man zu der Entwickelung von u' am bequemsten durch den Satz, daſs das Quadrat einer ebenen Fläche der Summe der Quadrate ihrer Projectionen auf drei zu einander senkrechte Ebenen gleich ist.

Die den Eckpuncten von u entsprechenden Werthe von z sind

$$z \;\;=f(x,y)$$
$$z' \;=f(x+h,y)=z+\frac{dz}{dx}h+\ldots$$
$$z''=f(x,y+i)=z+\frac{dz}{dy}i+\ldots$$
$$z'''=f(x+h,y+i)=z+\frac{dz}{dx}h+\frac{dz}{dy}i+\ldots$$

und man hat, wenn diese Eckpuncte in der nämlichen Ordnung mit M, M', M'', M''' bezeichnet werden, für die Projectionen des Dreiecks $MM'M''$ auf die Ebenen der xy, xz, yz

$$\frac{1}{2}hi$$
$$\frac{1}{2}h(z''-z) = \frac{1}{2}h\left(\frac{dz}{dy}i + ..\right) = \frac{1}{2}\cdot\frac{dz}{dy}\cdot hi + ..$$
$$\frac{1}{2}i(z'-z) = \frac{1}{2}i\left(\frac{dz}{dx}h + ..\right) = \frac{1}{2}\cdot\frac{dz}{dx}\cdot hi + ..$$

und für die des Dreiecks $M'M''M'''$

$$\frac{1}{2}hi$$
$$\frac{1}{2}h(z'''-z') = \frac{1}{2}h\left(\frac{dz}{dy}i + ..\right) = \frac{1}{2}\cdot\frac{dz}{dy}\cdot hi + ..$$
$$\frac{1}{2}i(z'''-z'') = \frac{1}{2}i\left(\frac{dz}{dx}h + ..\right) = \frac{1}{2}\cdot\frac{dz}{dx}\cdot hi + ..$$

Es ist also der Inhalt des Dreiecks

$$MM'M'' = \left[\left(\frac{hi}{2}\right)^2 + \left(\frac{hi}{2}\cdot\frac{dz}{dx} + ..\right)^2 + \left(\frac{hi}{2}\cdot\frac{dz}{dy} + ..\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$$
$$= \frac{hi}{2}\left[1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} + ..$$

Wegen der Gleichheit der ersten Glieder der Projectionen beider Dreiecke haben aber auch die Inhalte derselben einerlei erstes Glied, und es ist also die Summe der beiden Dreiecke

$$u' = \sqrt{\left[1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2\right]}\cdot hi + ..$$

und folglich

$$\frac{d^2 s}{dx\,dy} = \sqrt{\left[1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2\right]}.$$

Will man die Entwickelung von u' durch die Berechnung der Dreiecke aus ihren Seiten finden, so kann man sich dazu der Formel

$$\tfrac{1}{4}\sqrt{[4a^2b^2 - (a^2 + b^2 - c^2)^2]}$$

bedienen, in welcher a, b, c die drei Seiten bezeichnen.

Setzt man

$$z' - z = k,$$
$$z'' - z = k',$$

so sind die Quadrate der drei Seiten des Dreiecks $MM'M''$

$$MM'^2 = h^2 + k^2,$$
$$MM''^2 = i^2 + k'^2,$$
$$M'M''^2 = h^2 + i^2 + (k' - k)^2,$$

und folglich ist der Inhalt des Dreiecks

$$MM'M'' = \tfrac{1}{4}\sqrt{[4(h^2+k^2)(i^2+k'^2) - [h^2+k^2+i^2+k'^2-h^2-i^2-(k'-k)^2]^2]}$$
$$= \tfrac{1}{4}\sqrt{[4(h^2i^2+h^2k'^2+i^2k^2+k^2k'^2)-(2kk')^2]}$$
$$= \tfrac{1}{4}\sqrt{[4(h^2i^2+h^2k'^2+i^2k^2)]}$$
$$= \tfrac{1}{2}\sqrt{\left[h^2i^2 + h^2\left(\frac{dz}{dy}i + ..\right)^2 + i^2\left(\frac{dz}{dx}h + ..\right)^2\right]}$$
$$= \frac{hi}{2}\sqrt{\left[1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2\right]} + ..$$

Da man nun leicht findet, daſs die ersten Glieder der Seiten des Dreiecks $M'M''M'''$ mit denen der Seiten des Dreiecks $MM'M''$ einerlei sind, so hat man für die Summe der beiden Dreiecke

$$u' = \sqrt{\left[1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2\right]} \cdot hi + ..$$

wie zuvor.

Functionen von drei veränderlichen Gröſsen.

Für eine Function $s = F(x, y, z)$ von drei veränderlichen Gröſsen x, y, z zerfällt der Ausdruck

$$F(x+h, y+i, z+k)$$

in folgende acht Theile:

$$F(x, y, z) = s,$$
$$F(x+h, y, z) - s = t',$$
$$F(x, y+i, z) - s = t'',$$
$$F(x, y, z+k) - s = t''',$$
$$F(x+h, y+i, z) - (s + t' + t'') = t_{,};$$
$$F(x+h, y, z+k) - (s + t' + t''') = t_{,,};$$
$$F(x, y+i, z+k) - (s + t'' + t''') = t_{,,,},$$
$$F(x+h, y+i, z+k) - (s + t' + t'' + t''' + t_{,} + t_{,,} + t_{,,,}) = u.$$

Die Entwickelung dieser Gleichungen gibt

$$u = \frac{d^3 s}{dx\,dy\,dz} \cdot hik + \ldots,$$

und das Verfahren, die Ableitung

$$\frac{d^3 s}{dx\,dy\,dz}$$

zu bestimmen, folgt von selbst aus demjenigen, welches für Functionen von zwei veränderlichen Gröſsen aus einander gesetzt worden ist.

Beispiel. Führt man durch den Punct x, y, z eines Körpers drei Ebenen mit den zu einander senkrechten coordinirten Ebenen parallel, so ist das Volumen eines jeden der acht Stücke, in welche der Körper durch die drei Ebenen zerlegt wird, eine Function von x, y, z.

Es sey $s = F(x, y, z)$ das Volumen desjenigen Stückes, welches mit jeder der drei Coordinaten x, y, z zugleich wächst, so ist der durch

$$u = \frac{d^3 s}{dx\,dy\,dz} \cdot hik + \ldots$$

ausgedrückte Theil von $F(x+h, y+i, z+k)$ das Volumen des Parallelepipedums, dessen Kanten h, i, k sind. Man hat also

$$u = hik,$$

und folglich

$$\frac{d^3 s}{dx\, dy\, dz} = 1.$$

* * *

In der physisch angewandten Mathematik kommen verschiedene Fälle vor, in welchen die Summe der Producte verlangt wird, die entstehen, wenn man jeden unendlich kleinen Theil einer ausgedehnten Gröſse mit einer gegebenen Function der Coordinaten des unendlich kleinen Theiles multiplicirt.

Ist die ausgedehnte Gröſse eine Linie, und

$$\rho = f(x, y, z)$$

die gegebene Function, so sind ρ und die gesuchte Summe S nur Functionen von x, weil y und z vermöge der Gleichungen der Linie Functionen von x sind.

Wird S zu $S+U$, wenn x zu $x+h$ wird, so ist

$$U = \frac{dS}{dx} h + \ldots,$$

und es kommt also, um die Ableitung von S in Beziehung auf x zu haben, nur darauf an, das erste Glied der Entwickelung von U zu finden.

Es seyen $s = Fx$, $s + u = F(x+h)$ die den Summen S, $S+U$ entsprechenden Stücke der Linie, so entspricht das Stück

$$u = F(x+h) - Fx = \frac{ds}{dx} \cdot h + \ldots$$

der Summe U.

Wird h in n gleiche Theile getheilt, so entsprechen diesen folgende n Theile von u:

$$w' = F\left(x + \frac{h}{n}\right) - Fx = \frac{ds}{dx} \cdot \frac{h}{n} + \ldots$$

$$w'' = F\left(x + \frac{2h}{n}\right) - F\left(x + \frac{h}{n}\right) = \frac{ds}{dx} \cdot \frac{h}{n} + \ldots$$

$$w''' = F\left(x + \frac{3h}{n}\right) - F\left(x + \frac{2h}{n}\right) \quad = \frac{ds}{dx} \cdot \frac{h}{n} + \ldots$$

. . . .

$$w^{(n)} = F\left(x + \frac{nh}{n}\right) - F\left(x + \frac{n-1}{n}h\right) = \frac{ds}{dx} \cdot \frac{h}{n} + \ldots$$

Multiplicirt man diese Theile mit den ihren Anfangspuncten entsprechenden Werthen von ρ, so erhält man

$$w'\rho' = \left(\frac{ds}{dx} \cdot \frac{h}{n} + \ldots\right)\rho,$$

$$w''\rho'' = \left(\frac{ds}{dx} \cdot \frac{h}{n} + \ldots\right)\left(\rho + \frac{d\rho}{dx} \cdot \frac{h}{n} + \ldots\right),$$

$$w'''\rho''' = \left(\frac{ds}{dx} \cdot \frac{h}{n} + \ldots\right)\left(\rho + \frac{d\rho}{dx} \cdot \frac{2h}{n} + \ldots\right),$$

. . . .

$$w^{(n)}\rho^{(n)} = \left(\frac{ds}{dx} \cdot \frac{h}{n} + \ldots\right)\left(\rho + \frac{d\rho}{dx} \cdot \frac{n-1}{n}h + \ldots\right),$$

und wenn man diese Producte addirt:

$$w'\rho' + w''\rho'' + \ldots + w^{(n)}\rho^{(n)} = n \cdot \rho \frac{ds}{dx} \cdot \frac{h}{n} + \ldots$$

$$= \rho \cdot \frac{ds}{dx} \cdot h + \ldots$$

Es ist klar, daſs diese Summe mit U zusammenfällt, wenn n unendlich groſs wird, und daſs also in diesem Falle die rechte Seite der Gleichung in die Entwickelung von U übergehen muſs. Da aber das erste Glied derselben von n unabhängig ist, und deſshalb bei diesem Übergange unverändert bleibt, so ist es wirklich das erste Glied der Entwickelung von U, und man hat daher

$$\frac{dS}{dx} = \rho \frac{ds}{dx}.$$

Man findet also die Ableitung der gesuchten Summe, wenn man die Ableitung der ausgedehnten Gröſse mit der gegebenen Function multiplicirt.

Ist die ausgedehnte Gröfse eine Fläche, und $\rho = f(x, y, z)$ die gegebene Function, so sind ρ und die gesuchte Summe S nur Functionen von x und y, weil z vermöge der Gleichung der Fläche eine Function von x und y ist.

Es sey $s = F(x, y)$ das Flächenstück, zu welchem die gesuchte Summe $S = F'(x, y)$ gehört, so entspricht der durch

$$U = \frac{d^2 S}{dx\, dy} \cdot hi + \ldots$$

ausgedrückte Theil von $F'(x+h, y+i)$ dem Flächenstücke

$$u = \frac{d^2 s}{dx\, dy} \cdot hi + \ldots,$$

dessen Projection in der Ebene der xy das Rechteck hi ist.

Theilt man h und i in n gleiche Theile, so zerfällt dadurch das Flächenstück u in nn Theile,

$$w', \; w'', \; w''', \; \ldots \; w^{(nn)},$$

von welchen irgend einer, wenn p und q ganze Zahlen von o bis $n-1$ vorstellen, und

$$\frac{d^2 s}{dx\, dy}$$

mit $\varphi(x, y)$ bezeichnet wird, durch

$$\begin{aligned} w^{(r)} &= \varphi\left(x + p \cdot \frac{h}{n},\, y + q \cdot \frac{i}{n}\right) \frac{h}{n} \cdot \frac{i}{n} + \ldots \\ &= \left[\varphi(x, y) + \frac{d\varphi(x, y)}{dx} \cdot p\frac{h}{n} + \ldots\right] \frac{h}{n} \cdot \frac{i}{n} + \ldots \\ &= \frac{d^2 s}{dx\, dy} \cdot \frac{h}{n} \cdot \frac{i}{n} + \ldots \end{aligned}$$

ausgedrückt werden kann.

Für den Anfangspunct dieses Theiles hat man

$$\rho^{(r)} = \rho + \frac{d\rho}{dx} \cdot p \cdot \frac{h}{n} + \frac{d\rho}{dy} \cdot q \cdot \frac{i}{n} + \ldots,$$

und folglich

$$w^{(r)}\,\rho^{(r)} = \rho\,\frac{d^2 s}{dx\,dy}\cdot\frac{h}{n}\cdot\frac{i}{n} + \ldots$$

Jeder der nn Theile von u, mit dem zu seinem Anfangspuncte gehörenden Werthe von ρ multiplicirt, gibt also ein Product, dessen erstes Glied

$$\rho\cdot\frac{d^2 s}{dx\,dy}\cdot\frac{h}{n}\cdot\frac{i}{n}$$

ist, und man hat daher

$$w'\rho' + w''\rho'' + \ldots + w^{(nn)}\rho^{(nn)} = nn.\rho\,\frac{d^2 s}{dx\,dy}\cdot\frac{h}{n}\cdot\frac{i}{n} + \ldots$$

$$= \rho\,\frac{d^2 s}{dx\,dy}\,.\,hi + \ldots$$

Da nun für ein unendlich grofses n die linke Seite dieser Gleichung mit U zusammenfällt, und folglich die rechte Seite in die Entwickelung von U übergeht; bei diesem Übergange aber das erste Glied unverändert bleibt, so hat man

$$\frac{d^2 S}{dx\,dy} = \rho\,\frac{d^2 s}{dx\,dy}.$$

Man sieht leicht, dafs dieses Verfahren auf einen Körper $s = F(x, y, z)$ angewandt, zu dem Resultate führen mufs, dafs

$$\frac{d^3 S}{dx\,dy\,dz} = \rho\,\frac{d^3 s}{dx\,dy\,dz}$$

ist. Der oben ausgesprochene Satz, dafs man die Ableitung der gesuchten Summe findet, wenn man die Ableitung der ausgedehnten Gröfse mit der gegebenen Function multiplicirt, ist daher allgemein.

IV.

Verfahren, wollene und seidene Stoffe so wie auch Stroh zu bleichen;

von

J. Knezaurek.

Bei meinem Aufenthalte in der kaiserlichen Linzer Wollenzeugfabrik, wo ich durch vier Jahre als Chemiker gedient habe, erhielt ich durch den damaligen Hrn. Regierungsrath und Fabriksdirector, *Jos. von Ehrnstein*, den Auftrag, die sogenannten englischen Flanelle zu bleichen. Das Verfahren, welches damals bei der k. k. Fabrik in Anwendung gebracht wurde, hatte jedoch dem vorgehabten Endzwecke nicht entsprochen, weil die Bleichung im Schwefelkasten durch Verbrennung des Schwefels vorgenommen wurde, wodurch die Waare ungleichförmig gebleicht war, außerdem aber beim Anfühlen hart und sperr sich bewies, ihr also die seidenartige Geschmeidigkeit abging. Die andere, ebenfalls schon bekannte Methode, durch stark mit Wasser verdünnte schweflichte Säure Wolle und Seide zu bleichen, war bei der Fabrik noch nicht eingeführt, weil dieselbe kein chemisches Laboratorium hatte.

Nachdem, im hohen Auftrage einer hochlöblichen k. k. allgemeinen Hofkammer, erst im Jahre 1817 ein chemisches Laboratorium eingerichtet war, habe ich mich ans Werk gemacht, und auf die vorbenannte bekannte Methode aus einer Retorte, die mit der nöthigen Menge von Schwefelsäure und Sägespänen oder Schwefel versehen war, schweflichtsaures Gas entwickelt, und mittelst einer gläsernen Röhre in eine mit Wasser gefüllte Flasche streichen und absorbiren lassen. Ich er-

hielt auf solche Art eine Bleichflüssigkeit, mit der ich die nöthigen Versuche anstellte, und deren Resultate so ziemlich befriedigend ausfielen. Jedoch schon bei dem Zusammensetzen des Apparats zeigte sich eine Unbequemlichkeit, auf die ich zwar gedacht, selbe aber übergangen habe. Es hatte sich nämlich, wie die Schwefelsäure mit den Sägespänen in Berührung kam, alsogleich schweflichte Säure in Gasform entwickelt, das Vermachen und Verlutiren der Retorte mit dem bleiernen Vorstoſs und der gläsernen Röhre war schwierig, weil die luftförmige entwickelte schweflichte Säure auf die Lunge nachtheilig einwirkte.

Um diesen Übelstand einiger Maſsen zu beseitigen, habe ich bei dem zweiten Ansatz, anstatt der Sägespäne, Schwefel genommen. Oberwähnter Übelstand fiel zwar weg, aber ein anderer hatte sich dagegen eingestellt. Nach Beendigung der Arbeit, und nachdem der Apparat ausgekühlt war, zeigte es sich wieder, daſs der erstarrte Schwefel, welcher in der Retorte verblieb, nicht aus derselben herausgebracht werden konnte; die Retorte war zum zweiten Male nicht zu gebrauchen, ausser man hätte durch Erwärmung den Schwefel wieder flüssig gemacht, was abermals zu umständlich gewesen wäre.

Da ich weder die Sägespäne noch den Schwefel zu diesem Ende für zweckmäſsig in der Anwendung gefunden hatte, so nahm ich bei dem dritten Versuche gepulverte Holzkohlen, die mir vollkommen das leisteten, was ich beabsichtigte. Der Apparat konnte bequem vermacht und verlutirt werden, weil die Entwickelung des schweflichtsauren Gases erst bei höherer Erwärmung vor sich ging; das Reinigen der Retorte war leicht, und man konnte dieselbe mehrere Male gebrauchen.

Die Hauptschwierigkeit aber, die sich bei dieser

Darstellungsmethode zeigte, und die nicht beseitiget werden konnte, war, dafs man in grofsen Fässern das Auffangen und Schwängern des Wassers mit schweflichtsaurem Gas vornehmen mufste, welche einen grofsen Raum im Laboratorium einnahmen, abgesehen davon, dafs das Aufbewahren, wenn in so grofsen Massen gearbeitet wird, äufserst unbequem ist, und nicht zu gedenken des Umstandes, dafs sich das schweflichtsaure Wasser, wenn es nicht bald verbraucht wird, zum Theil zersetzt, und überdiefs dennoch viel schweflichtsaures Gas während der Erzeugung in die Atmosphäre unbenützt ausströmt, und die Arbeitenden sehr belästiget. Das alles bewog mich, auf ein anderes einfaches Verfahren zu denken, um alle diese Schwierigkeiten zu entfernen, und ich war so glücklich, eine Darstellungsmethode zu ersinnen, die allen Anforderungen vollkommen entsprach.

Da ich gegenwärtig von meiner erfundenen Bleichmethode keinen Gebrauch mache, und sie einer oder der andere Fabrikant mit Vortheil benützen kann, so habe ich mich entschlossen, selbe zur allgemeinen Benützung öffentlich bekannt zu machen; und da der Gegenstand eben so gut der Chemie als der Physik angehört, so glaube ich, dafs derselbe werth ist, in diese gehaltvolle Zeitschrift aufgenommen zu werden.

Ich will daher erst das practische Verfahren beim Bleichen selbst beschreiben, und dann erst die Bereitungsart der Bleichflüssigkeit angeben.

Nachdem die Wolle oder Seide, oder die daraus gefertigten Stoffe von aller Unreinigkeit, fetten Theilen, und bei der Seide von dem firnifs-gummiartigen Überzuge durch mehrmaliges Behandeln in heifsem Seifenwasser wohl gereinigt, und in reinem Wasser ausgespült worden sind, bringt man selbe in die Bleichflüssigkeit, welche weiter unten beschrieben steht, zieht

sie einige Male durch, und läfst selbe in der Wanne, die mit einem hölzernen Deckel bedeckt wird, 12 bis 24 Stunden liegen. Hierauf werden sie heraus genommen, in reinem Flufs- oder Brunnenwasser so lange gespült, bis sich aller Geruch und Geschmack der Bleichflüssigkeit verloren hat, und im Schatten getrocknet.

Sollten sie durch einmaliges Behandeln die verlangte weifse Farbe noch nicht völlig haben, so wird die Manipulation noch ein oder zwei Mal wiederholt, jedoch mit dem Unterschiede, dafs man sie jedes Mal, bevor man sie in die Bleichflüssigkeit bringt, in reinem kalten Wasser oder in lauwarmem schwachen Seifenwasser einweicht und ausspült. Auf diese Art wurden sogenannte englische Flanelle gebleicht, die sich durch ihre schöne weifse Farbe und seidenartige Geschmeidigkeit im Anfühlen vor den unmittelbar in schwefelsaurem Gas durchs Verbrennen des Schwefels erzeugt gebleichten wesentlich unterschieden.

Vorerwähnte Bleichflüssigkeit bereitet man auf folgende Art:

Man entwickelt aus einer untubulirten Retorte, mit einem bleiernen Vorstofs versehen, in welchen eine gebogene Glasröhre eingesteckt ist, mit feuchter Blase ohne Kitt verbunden, und welche Retorte bis auf die Hälfte ihres Raumumfanges mit 1 Th. gepulverter Holzkohle und 3 Th. Schwefelsäure dem Gewichte nach gefüllt ist, durch die Wärme gasförmige schweflichte Säure, und leitet sie durch die Glasröhre in eine Pottaschenauflösung, bestehend aus 4 oder 5 Th. Pottasche und 12 bis 15 Th. Wasser, worauf der Prozefs so lange fortgesetzt wird, als sich noch schweflichtsaures Gas entwickelt. Die gebildete schweflichtsaure Kalilösung, die einen Überschufs von kohlensaurem Kali besitzt, wird hierauf in Flaschen gefüllt, mit Kork und Blase ver-

macht, und im Finstern aufbewahrt, weil das Licht selbe zum Theil zersetzt. In diesem Zustande kann sie Jahre lang unverändert erhalten werden.

Der chemische Vorgang bei diesem Verfahren ist folgender:

Die Schwefelsäure wird in der Hitze durch die Holzkohle zum Theil desoxydirt, die gebildete gasförmige schweflichte Säure verbindet sich mit dem Kali zu schweflichtsaurem Kali, wodurch die Kohlensäure der Pottasche frei wird und in die Luft entweicht; dabei wird die Flüssigkeit in einer ununterbrochenen Bewegung erhalten, so daſs ein Rühren derselben nicht nöthig ist.

Beim Bleichen selbst wird die klare schweflichtsaure Kaliauflösung von dem Bodensatze abgegossen, mit 30 bis 40 Th. kaltem eisenfreien Wasser dem Raume nach vermischt, und so viel englische Schwefelsäure dazu gegossen, daſs noch ein kleiner Überschuſs von dem schweflichtsauren Salze unzersetzt bleibt, worauf man das Ganze recht gut untereinander rührt, und die zu bleichende Waare hineinbringt. Die dabei angewandte Schwefelsäure verbindet sich mit dem Kali zu schwefelsaurem Kali, wobei das entweichende schweflichtsaure Gas mit dem vorhandenen vielen Wasser sich vermischt, und die Bleichflüssigkeit darstellt. Dieses Wasser enthält daher auſser der schweflichten Säure schwefelsaures Kali und einen kleinen Antheil noch unzersetztes schweflichtsaures Kali.

Mehr als 40 Th. Wasser anzuwenden ist nicht rathsam, weil nach meiner Erfahrung viele Salze und Säuren das Eigene haben, wenn selbe in einer zu groſsen Quantität Wasser aufgelöst werden, folglich zu sehr verdünnt sind, in ihre Elemente zu zerfallen, oder doch zum wenigsten in ihre näheren Bestandtheile. Nach

Saussure's Versuchen nimmt eine Maſs Wasser 43 Maſs schweflichtsaures Gas auf, letzteres vom specifischen Gewicht 2,247. Das schweflichtsaure Wasser wird in schwefelsaures verwandelt, wenn es offen der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird. Nach meiner Beobachtung geschieht diese Veränderung im lichten Raume viel schneller, als im Finstern.

Die gebleichte Waare hat ihre weiſse Farbe der Verbindung der schweflichten Säure mit dem farbigen Stoff der Waare zu verdanken, weil diese zwei Stoffe eine farbenlose chemische Verbindung eingehen, wodurch die Waare weiſs erscheint. Da jedoch die Schwefelsäure eine nähere Verwandtschaft hat zu dem gedachten farbigen Stoff, als die schweflichte Säure, so muſs beim Bleichen selbst immer ein kleiner Überschuſs von dem schweflichtsauren Salze zur gröſsern Sicherheit unzersetzt bleiben, damit ja keine freie Schwefelsäure in der Bleichflüssigkeit vorwalte, sonst würde die Waare anstatt weiſs, gelb werden, weil nur die schweflichte Säure mit dem farbigen Stoff eine farbenlose weiſse Farbe gibt, mit der Schwefelsäure hingegen jedes Mal eine gelbe Farbe hervorbringt.

V.

Über das electrische Leuchten einiger Blumen;

von

Dr. *Alexander Zawadzki* in Lemberg.

Die Tochter des groſsen *Linné, Elisabeth Christina*, war die Erste, welche auf dem Gute ihres Vaters unweit Upsala im Sommer 1764 eines Abends bei einer

aufmerksamen Betrachtung der Blumen der Kapuziner-Kresse *(Tropaeolum majus)* bemerkte, daſs diese von Zeit zu Zeit blitzten. Sie schrieb hierüber mit Zuziehung ihres Vaters eine Abhandlung, welche im 24sten Bde. der Abhandl. der schwed. Acad. der Wissenschaften, mit einer Anmerkung von *Wilkens*, steht. Mehrere Naturforscher fanden sich hiedurch bewogen, ähnliche Beobachtungen anzustellen, und bemerkten diese Blitze nicht bloſs an den Blumen des *Trapaeolum*, sondern auch noch an mehreren andern. Aus allen darüber angestellten Beobachtungen und meinen eigenen, welche ich mehrere Sommer nach einander machte, ergaben sich folgende Resultate:

1. Den stärksten Blitz gibt die in allen Gärten vorkommende Ringelblume (*Calendula officinalis*, mit orangefarbigen Blumen, im ganzen südl. Europa wild); nach ihr die Kapuziner- oder auch indianische Kresse (*Tropaeolum majus* und *minus*, kam im Jahre 1684 aus Peru nach Europa), dann die Feuerlilie *(Lilium bulbiferum)* und die Sammetrose *(Tagetes patula* und *erecta)*.

Alle diese Blumen haben eine stark mit Roth gesättigte gelbe Farbe, und da ich bei einigen *Helianthus*-Arten, die intensiv gelbe Blumen hatten, so wie an der *Gorteria rigens*, die ich bei Tage in einem dunkeln Zimmer beobachtete, auch ein schwaches Leuchten bemerkte, so scheint daraus hervorzugehen, daſs jede *orangefarbige* Blume zu *bestimmten Zeiten* leuchte.

2. Diese Blumenblitze zeigen sich im Juli und August während der Befruchtung der Blumen, kurz nach Untergang der Sonne, nach warmen, heiteren Tagen, nie aber, wenn die Luft feucht ist.

3. Eine und dieselbe Blume blitzt oft mehrere Male nach einander; oft aber verstreichen mehrere Minuten, bis sich ein neuer Blitz zeigt.

Daſs dieses Leuchten von der Electricität herrührt, unterliegt keinem Zweifel. Gleichwohl behaupteten anfangs einige Naturforscher, daſs es bloſse Phosphorescenz sey. Welch' eine groſse Rolle die Electricität bei dem Fortpflanzen, Wachsen und Befruchten in der Thier- und Pflanzenwelt spielt, ist bekannt; freilich läſst sich ihre Wirksamkeit nicht überall *nachweisen*, wohl aber *ahnen*. So keimt Pflanzensamen, der in einem Blumengeschirr electrisirt wird, um einige Tage früher, die Pflanzen werden stärker und wachsen üppiger, als solcher, der unter denselben Umständen gesäet, aber nicht electrisirt wurde *). Hühnereier, die sehr mäſsig, aber öfters mit einer kleinen *Volta*'schen Säule electrisirt wurden, waren einige Tage früher ausgebrütet, als solche, die nicht electrisirt wurden. Bei mäſsiger Anwendung der Electricität drehen sich die Blätter des tanzenden Schildklees *(Hedysarum gyrans)* stärker herum. Nach heftigen electrischen Schlägen verlieren die Blätter der Sinnpflanze *(Mimosa pudica* und *sensitiva)* ihre Reizbarkeit, und ziehen sich nicht wieder zusammen, wenn sie berührt werden. Aus den verwundeten Theilen der *Asclepias syriaca* und der Euphorbien flieſst der milchartige Saft langsamer und sparsamer, wenn man die Pflanze mit einer Verstärkungsflasche electrisirt hat. Ganz vorzüglich thätig ist aber die Electricität in allen Befruchtungsmomenten; so z. B. ist bei dem Ausschleudern der Samenkügelchen bei den Keulenschwämmen *(Clavaria)*, die, obgleich in krummen Linien fortge-

---

*) *Inghenhouſs* behauptete zwar, daſs das Wachsen der Pflanzen durch electrische Schläge nicht befördert werde, läugnete aber nicht, daſs die Electricität der Atmosphäre auf sie einen groſsen Einfluſs ausübe. *Bertholon* und viele Andere überzeugten sich durch Versuche von dem schnelleren Keimen solcher Samen.

schleudert, gegen den Schwamm zurückkehren, deutlich ein electrisches Verhalten sichtbar, denn was kann es anderes seyn, als ein electrisches Abstoſsen und Anziehen. Da sich die Blitze bei den Blumen der genannten Pflanzen nur während des Stadiums der Fructification zeigen, so können dieselben auch keine andere Ursache, als die Electricität haben. Es ist eine fast allgemein bekannte Thatsache, daſs während der Befruchtung einer Pflanze der Samenstaub (der sich in dem Beutelchen des Staubfadens befindet, aus kleinen Molécules besteht, welche immer mehr und mehr anschwellen, bis sie das Beutelchen sprengen und herausgeschleudert werden) auf das sich öffnende Pistill fällt. Durch die Reibung, die dabei Statt findet, wird Electricität entwickelt, welche dieſs schnell vorübergehende Leuchten hervorbringt, ein Leuchten, wie etwa das, so man bei dem Zerspringen der Glastropfen oder eines luftleeren Glases wahrnimmt. Es ist wohl möglich, daſs sich die Sache anders verhält; allein ich kann mir dieses Leuchten nur so und nicht anders erklären. Auf die Frage: warum man an den rothen, blauen, weiſsen und anderen Blumen in dieser Periode diese Blitze nicht bemerkt, kann ich gegenwärtig noch keine genügende Antwort geben. Ich werde meine Beobachtungen fortsetzen, wünsche aber, daſs mehrere Naturforscher dieser Erscheinung ihre Aufmerksamkeit schenken.

VI.
Neue Instrumente und Methoden.

1. Mittel, die Vergröſserung mittelst Fernröhre zu messen. Von *Valz*.

(Bibl. univ, Mai 1829, p. 25.)

Die Vergröſserung, welche man mittelst eines Fernrohres erzielt, kann man aus dem Winkel abnehmen, welchen die von den Rändern eines Objectes von bekanntem Durchmesser kommenden Strahlen mit einander machen, wenn sie durch das Ocular des Fernrohrs gegangen sind. Dazu ist die Sonne besonders tauglich. Miſst man den Durchmesser ihres Bildes, welches die Strahlen nach ihrem Austritte aus dem Oculare in einer gewissen Entfernung von demselben machen, und theilt ihn durch diese Entfernung, multiplicirt mit der doppelten Tangente des Sonnenhalbmessers, so gibt dieser Quotient die gesuchte Gröſse an. Setzt man jene Entfernung der Cotangente des Sonnendurchmessers gleich, so gibt der Halbmesser des Sonnenbildes, mit diesem Maſse gemessen, den reciproken Werth der Vergröſserungszahl unmittelbar an. Im Jänner müſste jene Entfernung demnach 105, im Juli 109, im April und October 107 betragen; doch wäre es nothwendig, zur Erlangung eines genauen Resultates von obiger Zahl noch den Durchmesser des kleinen Bildes abzuziehen, welches da entsteht, wo man die Entfernung zu messen beginnt. Wäre das Gesichtsfeld zu klein, als daſs das ganze Sonnenbild auf ein Mal übersehen werden könnte, so könnte man das bekannte Gesichtsfeld statt des Sonnenbildes wählen; wäre dieses aber nicht bekannt, so müſste man es durch dasselbe Verfahren mittelst der

Zeit finden, die ein Sonnenflecken braucht, um central durch das auf einem Schirme aufgefangene Bild zu gehen.

NB. Um die Richtigkeit dieses Verfahrens leichter deutlich machen zu können, sey $\alpha\beta$ (Fig. 16) das Bild im Fernrohre, von welchem die Strahlen unmittelbar auf das Ocular A gelangen, in dessen optischem Mittelpuncte c sich die Hauptstrahlen schneiden. Stellt nun BC eine auf der optischen Axe des Instrumentes senkrechte Tafel vor, welche in der Entfernung cd vom Oculare die durch letzteres fahrenden Strahlen auffängt, so ist ab die Gröfse des Bildes auf dieser Tafel, acd der Winkel, unter welchem das vergröfserte halbe Bild erscheint. Nennt man diesen Winkel m, den, unter welchem das halbe Bild ohne Instrument erscheint, n, so ist $\frac{\text{tang.}\, m}{\text{tang.}\, n} = \mu$ die Vergröfserungszahl. Man hat daher

$$\text{tang.}\, m = \mu\, \text{tang.}\, n,$$

$$\text{tang.}\, m = \frac{\frac{1}{2}ab}{cd},$$

mithin

$$\mu = \frac{ab}{2\,.\,cd\,.\,\text{tang.}\, n},$$

welche Formel obiger Regel gemäfs ist. *(B.)*

2. Ein Differenzialbarometer und Windmesser. Von *Wollaston.*

(Phil. trans. for the year 1829. *P. I., p.* 133*)*

Dieses Instrument hatte ursprünglich die Bestimmung, die Kraft anzugeben, mit welcher die Luft in Kaminen verschiedener Art aufsteigt; weil es aber sehr empfindlich gemacht werden kann, so dürfte es wohl auch zu anderen Zwecken nützliche Dienste leisten. Fig. 17 stellt es vor. Es besteht aus einer Glasröhre, welche im Lichten wenigstens $^1/_4$ Z. weit, und in der Mitte wie ein Heber zu zwei parallelen Schenkeln auf-

gebogen ist. Jeder dieser zwei Schenkel ist in den Boden eines prismatischen Gefäſses eingekittet, das durch eine Scheidewand in zwei mit einander nicht in Gemeinschaft stehende Abtheilungen getheilt ist, so daſs ein jeder Schenkel der Röhre mit einer, der andere mit der zweiten Abtheilung communicirt. Eine dieser Abtheilungen ist oben offen, die andere hingegen ist ganz geschlossen, bis auf eine Öffnung an der Seitenwand, in welcher sich eine Röhre befindet. In dieses Gefäſs kommt zuerst so viel Wasser, daſs es, wenn es in die Glasschenkel hinabgeflossen ist, in denselben eine 2 — 3 Z. hohe Wassersäule bildet. Hierauf wird Öhl nachgegossen, so daſs damit nicht bloſs die Glasröhre ganz gefüllt wird, sondern auch noch in jeder Abtheilung des Gefäſses eine über $^1/_2$ Z. tiefe Schichte desselben bleibt.

Das Instrument ist als adjustirt anzusehen, sobald die Wassersäulen in beiden Gefäſsabtheilungen gleich hoch stehen. Beim Gebrauche, dessen Art der Name des Instrumentes hinlänglich bezeichnet (Bestimmung des Unterschiedes im Luftdrucke an zwei Stellen), bringt man die horizontale Röhre, welche mit einer Abtheilung des Gefäſses communicirt, in die Öffnung, welche zu den Raum führt, wo ein anderer Luftdruck herrschen soll, als an dem, wo sich das offene Gefäſs befindet, z. B. in einem Kamin, in welchem ein Luftzug herrscht. So wie nun der Luftdruck auf das Öhl in diesem Gefäſse stärker wirkt, als in dem anderen, so steigt die Wassersäule im anderen Arme der heberförmigen Röhre, bis das Gewicht der gehobenen Säule den Unterschied im Druck ausgeglichen hat.

Hierbei wirkt nicht bloſs der Überschuſs der längeren Wassersäule über die kürzere als Gegengewicht, weil in dem Arme, wo der gröſsere Druck herrschte, nicht bloſs die Wassersäule kürzer, sondern auch die

Öhlsäule länger wird, so daſs der Druckunterschied der Differenz zwischen der Wasser- und einer gleichen Öhlsäule gleich kommt, welche bei dem Gewichte des anzuwendenden Öhles (Baumöhles) 1/11 des scheinbaren Unterschiedes in der Länge der Wassersäule entspricht. Daher ist bei einem bestimmten Unterschiede im Luftdrucke, welcher durch dieses Instrument untersucht wird, der Unterschied in der Höhe der zwei Wassersäulen im Stande des Gleichgewichtes eilf Mal gröſser, als wenn man die Röhre bloſs mit Wasser gefüllt hätte.

Sollte man zu besonderen Zwecken eine noch grössere Empfindlichkeit verlangen, so läſst sich auch diese erreichen. Man braucht nur eine gröſsere oder geringere Menge Weingeist mit dem Wasser zu mischen, und dadurch den Unterschied im specifischen Gewichte dieser Flüssigkeit und des Öhles kleiner zu machen.

Schlieſst man beide Abtheilungen des prismatischen Gefäſses, und bringt an der oberen Wand jedes derselben eine Röhre an, die sich seitwärts wie der Trichter einer Trompete erweitert, so läſst sich dieses Instrument auch als Windmesser (Anemometer) brauchen.

3. Methode, das Licht der Sonne mit dem der Fixsterne zu vergleichen. Von *Wollaston*.

(Ebendaselbst, p. 19.)

Wollaston hat, wie er in dem Aufsatze erwähnt, woraus Nachfolgendes entlehnt ist, schon im Jahre 1799 mehrere Versuche angestellt, um das Verhältniſs zwischen der Lichtstärke der Sonne und einer Kerzenflamme auszumitteln. Er bediente sich schon damals der Methode, welche *Rumford* weiter ausgebildet hat, und in der Vergleichung der Schattenschwärze von einem Körper besteht, welcher zugleich von zwei Lichtquellen

beleuchtet ist. Er leitete zu diesem Behufe einen Sonnenstrahl durch eine an einem Fensterladen angebrachte kleine kreisförmige Öffnung in ein verfinstertes Zimmer, und stellte in den Weg des Strahles einen undurchsichtigen Cylinder, welcher auf eine Wand einen Schatten warf; beleuchtete denselben Cylinder zugleich mittelst einer Kerzenflamme, so dafs er einen zweiten Schatten werfen mufste, und fand dann auf die bekannte Weise, wenn beide Schatten durch Annähern oder Entfernen der Kerze vom Cylinder gleich intensiv geworden waren, das Verhältnifs der Lichtstärke beider Lichtquellen. Auf ähnliche Weise verglich er das Licht des Mondes mit dem einer Kerzenflamme. Auf solche Weise fand er, dafs das Licht der Sonne so stark ist, wie das von 5563 Kerzen in der Entfernung von einem Fufs, das des Mondes hingegen nur $^1/_{144}$ von dem einer Kerzenflamme in einem Fufs Entfernung, so dafs das Licht der Sonne nahe ein Millionen Mal gröfser ist als das des Mondes, und demnach auch mehrere Millionen Mal gröfser als dasjenige, welches uns alle Fixsterne zusammen genommen zusenden.

Obige Vergleichungsmethode hat *Wollaston* aber durch eine andere sehr sinnreiche ersetzt. Er vergleicht das Licht der Sonne sowohl als das eines einzelnen Fixsternes mit dem eines dritten, gleichsam constanten Körpers, nämlich einer Kerzenflamme, und findet hieraus das Verhältnifs zwischen der Lichtstärke der Sonne und des Fixsternes selbst. Zu diesem Ende läfst er das Licht der Sonne auf eine mit Quecksilber gefüllte Thermometerkugel von bestimmter Gröfse, die gleichsam einen Convexspiegel vorstellt, auffallen, und sieht das verkleinerte Bild in dieser Kugel mit einem Auge mittelst eines Fernrohres aus einer bestimmten Entfernung an, während er eben so das Bild einer Kerzenflamme mit-

telst einer Convexlinse von bekannter Brennweite mit dem anderen Auge betrachtet, und die Kerze so weit von der Linse, die er am Auge hält, entfernt, bis ihm das Bild der Flamme und das der Sonne von gleicher Lichtstärke erscheint. Um beiden Bildern einerlei Farbe zu geben, bringt er sowohl vor dem Oculare des Fernrohres als vor der Sammellinse ein gelbes Glas an. *Wollaston* hält es für zweckmäſsig, zwei Kerzen in Bereitschaft zu halten, eine Unschlitt- und eine Wachskerze, und zwischen dem Ergebnisse der Vergleichung des Sonnenbildes mit den Flammen beider Kerzen einen Mittelwerth zu suchen. Um den Einfluſs der Veränderlichkeit der Atmosphäre unschädlich zu machen, räth er, zu verschiedenen Zeiten den Versuch zu wiederholen, denselben Stern in Örtern von verschiedener Breite bei gleicher Rectascension und sogar in verschiedenen Hemisphären zu beobachten, und aus den gewonnenen Resultaten einen Mittelwerth zu nehmen.

Die numerische Ausmittelung des Verhältnisses der Lichtstärke geschieht leicht auf folgende Weise:

Da das Sonnenbild im Convexspiegel in der Entfernung des halben Radius des Spiegels (der Glaskugel) von seiner Oberfläche und unter demselben Winkel erscheint, unter welchem man die Sonne selbst sieht; so müſste dieses Bild einem Auge, das sich an der Oberfläche des Glases befindet, eben so leuchtend erscheinen, wie die Sonne selbst. Da nun der Durchmesser des Bildes in demselben Verhältnisse kleiner erscheint, in welchem sich das Auge vom Spiegel entfernt, so muſs für die Entfernung D des Auges vom Spiegel, dessen Radius R heiſst, der Durchmesser des Sonnenbildes in dem Verhältnisse $\frac{R}{4} : D$ kleiner erscheinen, und die Lichtstärke desselben in dem Verhältnisse $1 : \left(\frac{4D}{R}\right)^2$ vermindert seyn.

Befindet sich das Auge in einer solchen Entfernung von der Kugel, daſs bei der Vergleichung sowohl der Sonne als eines Sternes mit der Kerzenflamme letztere von der Kugel nicht in beiden Fällen gleich weit entfernt ist, und z. B. d die Entfernung der Kerzenflamme von der Kugel bei der Vergleichung derselben mit der Sonne, und δ jene bei der Vergleichung der Flamme mit einem Sterne ist; so ist $\frac{4D\delta}{Rd}$ die Distanz, bei welcher das Sonnenbild eben so hell erscheint, als das Bild des Sternes, und die Lichtstärke des Sonnenbildes verhält sich zu der des Sternbildes wie $1 : \left(\frac{4D\delta}{Rd}\right)^2$.

Wird bei der Vergleichung des Sonnenbildes mit dem eines Kerzenlichtes eine Kugel vom Durchmesser b, und eine Linse von der Brennweite l, hingegen bei der Vergleichung des Sonnenbildes mit dem der Kerzenflamme eine Kugel vom Durchmesser β, und eine Linse von der Brennweite λ gebraucht, so ist das Verhältniſs, der scheinbaren Durchmesser der Kerzenbilder, in beiden Fällen wie $\frac{b}{l} : \frac{\beta}{\lambda}$, und die Entfernung, in welcher das Sonnenbild mit dem des Sternes von gleicher Helligkeit erscheint, ist demnach $\frac{4D}{B} \cdot \frac{\delta}{d} \cdot \frac{\lambda}{l} \cdot \frac{b}{\beta}$, und daher die Lichtstärke des Sonnenbildes zu der der Sonne wie

$$1 : \left(\frac{4Db\lambda\delta}{Bdl\beta}\right)^2.$$

Wollaston hat mehrere Fixsterne in der benannten Beziehung wirklich mit der Sonne verglichen, wie z. B. den Sirius. Sieben solche Vergleichungen gaben folgende Resultate:

1. Vergleichung des Sonnenbildes mit dem einer Kerzenflamme.

Zeit der Beobachtnng.	B	D	b	d	l
10. März 1826.	0.19 Z.	1440 Z.	0.44 Z.	68 Z.	2.0 Z.
14. » 1827.	0.26 »	2928 »	0.26 »	42 »	2.5 »
16. » —	0.26 »	2928 »	0.26 »	28 »	2.5 »
16. » —	0.11 »	1440 »	0.26 »	41 »	2.5 »
25. » —	0.26 »	2928 »	0.26 »	36 »	2.5 »
25. » —	0.11 »	1440 »	0.26 »	57 »	2.5 »
6. April —	0.11 »	1440 »	0.26 »	49 »	2.5 »

Das Fernrohr, womit das Sonnenbild angesehen wurde, vergröfserte 36 Mal. Vor dem Oculare befand sich ein gelbes Glas.

2. Vergleichung des Sirius mit einer Kerzenflamme.

Die Beobachtungstage sind dieselben wie bei den vorhergehenden Versuchen, auch wurde das Bild des Sirius wieder mit einem 36 Mal vergröfsernden Fernrohre angesehen, doch waren vor das Ocular desselben zwei gelbe Gläser gestellt. Es dürfen demnach nur die Werthe von β, δ, λ angegeben werden:

β	δ	λ
0.44	216	2.0
0.44	165	2.0
0.44	246	2.0
0.44	170	2.0
0.26	102	2.5
0.26	90	2.5
0.26	93	2.0

Wird der Werth des Ausdruckes $\left(\frac{4 D b \delta \lambda}{B \beta d l}\right)$ für jede einzelne Beobachtung berechnet, und aus allen das

Mittel genommen, so findet man 108.809, einen Werth, dessen Quadrat angibt, wie viel Mal das Sonnenlicht stärker ist als jenes des Sirius. Man erhält

$$(108.809)^2 = 11.839.533.000;$$

und wenn man annimmt, dafs durch Reflexion die Hälfte des Lichtes verloren geht, so findet man das Sonnenlicht 20.000.000.000 stärker als das des Sirius.

4. Ein Goniometer. Von *G. A. Majocchi.*

(Bibl. ital. Aprile 1829, p. 37.)

Dieses Goniometer besteht aus zwei Linealen *AB*, *CD* (Fig. 18), welche mittelst eines Bolzens in *o* so mit einander verbunden sind, dafs sie sich um denselben bewegen, und jede Neigung gegen einander annehmen können. In einem Drittel ihrer Länge und in gleichen Entfernungen vom Mittelpuncte der Bewegung befinden sich zwei andere Bolzen *e*, *g*, um welche sich zwei metallene Stäbe *ef*, *gh* drehen können, deren jeder so lang ist, wie die Stäbe *oe* und *og*, deren Länge einem Drittel der Länge von *AB* oder *CD* gleicht. In *f* sind die Stäbe *ef*, *gf* charnierartig verbunden, so dafs alle vier Stäbe *oe*, *og*, *ef*, *gf* bei jeder Öffnung des Instrumentes ein Quadrat oder einen Rhombus bilden. Die Lineale *AB*, *CD* haben der Länge nach einen Ausschnitt, der sich von einem Ende derselben durch zwei Drittheile ihrer Länge erstreckt, so dafs das Instrument sowohl die Gestalt *X* als die Gestalt *Y* annehmen kann. Den Winkel, welchen die zwei Stäbe *ef* und *gf* mit einander einschliefsen, mifst der eingetheilte Halbkreis *prq*, welcher an dem Apparate befestiget ist.

Will man nun mit diesem Instrumente den Winkel messen, welchen zwei Ebenen mit einander machen, so gibt man dem Instrumente die Gestalt *X*, und öffnet

die zwei Lineale so weit, dafs sie die beiden Ebenen berühren, in welchem Falle der Halbkreis den zu messenden Winkel aus der Lage der Stäbe *ef* und *gf* erkennen läfst.

5. Methode, die Hitze einer Flamme zu erhöhen. Von *Brewster*.

(Journ. of sc. N. I. N. 5. p. 104.)

Bekanntlich bildet eine gewöhnliche Gasflamme einen hohlen Kegel, weil das brennbare Gas nur von aussen mit der atmosphärischen Luft oder mit Sauerstoffgas in Berührung steht. Um einen vollen Lichtkegel zu erzeugen, müfste man das brennbare Gas immerwährend mit Sauerstoffgas gemengt erhalten, man dürfte dann aber auch erwarten, dafs die Hitze einer solchen Flamme ohne Vergleich intensiver ausfiele, als die eines gewöhnlichen Gaslichtes. Demnach läuft, wenn man die Hitze einer gewöhnlichen Gasflamme bedeutend erhöhen will, alles darauf hinaus, ein Mittel zu finden, wodurch das aus dem Gasbehälter oder dem Brenner ausströmende Gas sich eher mit Sauerstoffgas fast gleichförmig mengt, als es in Brand gesetzt wird; und ein solches Mittel liefert folgende Einrichtung einer Gaslampe. An den verticalen Fortsatz *MN* (Fig. 19) einer gewöhnlichen Gaslampe bringe man eine Seitenröhre *abc* an, welche mit dem inneren Canal der Gasausflufsröhre *MN* in Communication steht, und mit einem Hahn verschlossen werden kann. In die obere Öffnung dieser Röhre läfst sich eine zweite, unten offene, oben aber verschlossene *ce* einschieben, welche das durch die Röhre *bc* in sie einströmende Gas in einen hohlen Ring *fd* leitet, welcher an seiner inwendigen Fläche mit vier kleinen Ausflufsöffnungen versehen ist. Sobald nun der Gashahn *A* geöffnet wird, strömt nicht blofs durch *M* ein Gasstrom

heraus, sondern es dringt auch eine geringe Portion des brennbaren Gases durch den Weg *abcd* in den hohlen Ring, und theilt sich in vier Portionen, welche durch die vier Löcher ausfliefsen, und, wenn sie angezündet werden, vier kleine convergirende Flämmchen bilden. Das aus *M* ausströmende Gas hat hinlänglich Zeit, sich mit dem Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft zu mengen, bevor es die Flämmchen am Ringe *fd* erreicht und selbst entzündet wird. Mittelst der Zugröhre *ce* kann man leicht bewirken, dafs zwischen *M* und dem Ringe *fd* mehr oder weniger Raum bleibt, und daher das ausströmende Gas sich stets in gleichem Mafse mit Sauerstoffgas mengen kann, es mag der Hahn *A* ganz oder nur zum Theil offen seyn, und daher viel oder wenig Gas ausströmen lassen. Man hat demnach hier einen Strom von Knallgas, wiewohl im Gasbehälter nur brennbares Gas (Öhlgas) enthalten ist. *Brewster* erhielt auf diese Weise eine Flamme mit so intensiver Wärme, dafs er darin Eisendraht schmelzen konnte.

6. Eine neue monochromatische Lampe. Von *Brewster*.

(Ebend. p. 108.)

Brewster hat am 21. Februar 1826 der *Society of Arts* einen Versuch gezeigt, wie man die Flamme des Knallgases einer tragbaren Lampe in eine Masse homogenes gelbes Licht verwandeln kann, indem er einen Platindraht oder ein Glimmerstreifchen darein hielt. Nun hat er aber denselben Zweck dadurch erreicht, dafs er einen Ring aus grober Dochtbaumwolle über oder unter den Ring *fg* der Gaslampe, Fig. 19, die das Knallgas auf die vorhin beschriebene Weise liefert, anbringt, und ihn in einer gesättigten Kochsalzlösung tränkt.

Geht die Knallgasflamme durch diesen Ring, so ver-

wandelt sich die vorher blaue Lichtmasse in gleichartiges gelbes Licht, das so lange anhält, ohne dafs man den Wollring in neuer Salzlösung zu tränken braucht, dafs man dabei Zeit genug hat, etwaige optische Versuche anzustellen, die ein homogenes Licht fordern. Die Wirkung dieser Vorrichtung soll überraschend seyn, indem die Intensität des gelben Lichtes einen sehr bedeutenden Grad erreicht.

Obigen Ring kann man auch aus Schwamm oder aus Asbest machen, und ihn mittelst einer besonderen Vorrichtung versehen, die ihm durch Capillarität die Salzauflösung zuführt.

VII.
Fortschritte der Physik in der neuesten Zeit.

W ä r m e.

Untersuchungen über die specifische Wärme der Gase. Von *Dulong*. (Frei übersetzt.)

(Ann. de Chim. et de Phys. Tome 41, p. 113.)

Man bedarf zur Beantwortung vieler theoretischen oder practischen Fragen die Kenntnifs der Wärmemenge, die einer gewissen thermometrischen Wirkung in einem oder dem anderen Körper entspricht, mithin der specifischen Wärme verschiedener fester, tropfbarer oder gasförmiger Körper, und der Gesetze, nach denen sie sich ändert, wenn sie überhaupt nicht constant ist. Wie wichtig es ist, diese Gröfse zu bestimmen, sieht man seit geraumer Zeit ein, wie man aus den zahlreichen Arbeiten über diesen Gegenstand abnehmen kann.

Die Bestimmungsmethoden, welche auf feste oder

tropfbare Körper anwendbar sind, haben in der neuesten Zeit bedeutende Verbesserungen erhalten; bei gasförmigen hingegen walten besondere Schwierigkeiten ob, die gröſsten Theils davon herrühren, daſs ihre kleinsten Theilchen eine so groſse, und für jede Gasart verschiedene Beweglichkeit besitzen, und daher die Wirkungen, welche man der Analogie nach als Maſsstab für die specifische Wärme brauchen zu können glaubt, noch von einer anderen Ursache herrühren, oft sogar von der Verschiedenheit der spec. Wärme ganz unabhängig sind. Ferner gewinnt obige Frage in Bezug auf die letzte Körperclasse noch einen gröſseren Umfang: Die Variationen der Temperatur, die bei den festen und tropfbaren Körpern mit einer entsprechenden Volumenänderung nothwendig verbunden sind, lassen sich bei gasförmigen isolirt beobachten, so daſs man bei ihnen die spec. Wärme auf zweifache Weise betrachten kann, nämlich bei der Änderung des Volumen unter einem constanten Drucke, und unter demselben Volumen und einer gröſseren oder geringeren Expansivkraft. Endlich ist es sehr wahrscheinlich, daſs Volumenänderungen von solcher Gröſse, wie man sie bei Gasen beobachten kann, am Coefficienten der spec. Wärme groſse Variationen erzeugen; ein Umstand, der es nothwendig macht, die Gesetze dieser Variationen zu erforschen. Diese Puncte kennen wir bis jetzt, ungeachtet der Bemühungen so vieler Physiker, bei weitem noch nicht vollständig.

Ich übergehe die Geschichte der ersten hieher gehörigen Bemühungen, deren Fehlgriffe bereits lange bekannt sind; man glaubte wenigstens in Bezug auf die spec. Wärme der Gase unter beständigem Drucke durch die groſse und mit Recht geschätzte Arbeit der Herren *Laroche* und *Bérard* *) zur völligen Gewiſsheit gelangt

*) *Ann. de Chim. T.* 85, *p.* 72 u. 113.

zu seyn, bis zuerst *Haykraft* und die Herren *La Rive* und *Marcet* die Resultate der französischen Physiker in Zweifel zogen, und auf anderem Wege den Satz fanden: daſs alle, sowohl die einfachen als die zusammengesetzten Gase unter demselben Volumen und bei derselben Ausdehnsamkeit einerlei spec. Wärme besitzen. Man muſs aber erinnern, daſs ersterer seine Apparate nicht mit der nöthigen Umständlichkeit beschrieben hat, um die Fehler seiner Methode beurtheilen zu können.

Die Umstände, die zu einer gewissen Zeit ganz gleichgültig schienen, können beim weiteren Fortschreiten der Wissenschaft eine groſse Wichtigkeit erlangen. *Haykraft's* Apparat *) ist nicht wesentlich von dem *Laroche's* und *Bérard's* verschieden; aber jener hat, anstatt wie diese die Temperaturerhöhung im Calorimeter durch ein bestimmtes Gasvolumen zu messen, zwei einander gegenüberstehende, einander ganz gleiche Apparate angebracht, und untersucht, ob unter ganz gleichen Umständen gleiche Volumina zweier verschiedener Gase beiden Calorimetern gleiche oder ungleiche Wärmemengen mittheilen. Er glaubte daraus das Gesetz ableiten zu können, daſs alle einfachen und zusammengesetzten Gase bei gleichem Volumen dieselbe Wärmecapacität besitzen. Es ist klar, daſs dieses nur bei gleichem und constanten Drucke der Fall seyn soll, wiewohl sich der Verfasser darüber nicht erklärt. Er hat auch nur sechs Gase untersucht, worunter vier einfache und zwei zusammengesetzte, nämlich das Kohlensäuregas und das öhlbildende Gas, und von diesen hat das letztere stets eine höhere Capacität gezeigt. Schon die Versuche von *Laroche* und *Bérard*, und unsere Bemerkungen über den

*) *Edinburg phil. trans. Ann. de Chim. T.* 26, *p.* 298; und *Gilb.* Ann. B. 76, S. 289.

Fehler, von welchem der Coefficient in Betreff des Hydrogengases *) behaftet ist, machen es sehr wahrscheinlich, daſs die einfachen Gase unter demselben Volumen dieselbe spec. Wärme besitzen. *Haykraft's* Versuche bestätigen zwar diesen Satz, doch glaube ich nicht, daſs man dadurch berechtiget ist, ihn auf zusammengesetzte Gase auszudehnen. Nur das Kohlensäuregas hatte unter allen Körpern dieser Classe allein keine gröſsere spec. Wärme, und es ist nicht erlaubt, das Resultat einer einzigen Beobachtung auf alle anderen Körper auszudehnen. Unglücklicher Weise macht es der Mangel aller Detailangabe in der Beschreibung der wesentlichen Theile von *Haykraft's* Apparat unmöglich, die Zweifel zu heben, welche einem beim Lesen seines Mémoires aufstoſsen. Es hätte angegeben werden sollen, wie das Schlangenrohr im Calorimeter angebracht war, ob sich alle Krümmungen desselben in einerlei Horizontal- oder Verticalebene befanden, oder ob es eine Schraubenform hatte, wie es oft der Fall ist; ferner ob die Gase von oben oder von unten eingelassen wurden, und doch ist keiner dieser Umstände gleichgültig. Es scheint, *Haykraft* habe sich eines Kugelthermometers bedient, und er übergeht es ganz, anzugeben, wie er die mittlere Temperatur des Calorimeters genau ausgemittelt hat. Graf *Rumford* empfahl ein Thermometer mit einem Cylinder, dessen Länge der Tiefe des Gefäſses gleich kommt. Ich habe aber schon früher gezeigt, daſs man auf diesem Wege noch sehr groſse Fehler machen kann, und daſs es weit vorzüglicher sey, die Flüssigkeit umzurühren, um ihr eine gleichförmige Temperatur zu ertheilen. Bei der Unkenntniſs des Calorimeters und der Verfahrungsweise *Haykraft's* kann man auch die Fehler,

---

*) *Ann. de Chim. et de Phys. I. p.* 406.

denen er ausgesetzt seyn konnte, nicht beurtheilen; und da er keiner Vorsicht erwähnt, die angewendet worden, um sich gegen die Wirkungen der ungleichförmigen Vertheilung der Wärme bei verschiedenen Gasen zu sichern, so ist es sehr wahrscheinlich, daſs die so geringe Differenz, welche zwischen der Capacität des Kohlensäuregases und der der einfachen Gase Statt findet, aus den vorhin angegebenen Ursachen sich nicht gezeigt hat.

Einige Zeit nach *Haykraft* haben *La Rive* und *Marcet* über denselben Gegenstand eine sehr ausführliche Arbeit *) bekannt gemacht, und sind durch ein ganz anderes Verfahren zu demselben Schlusse gelangt, wie *Haykraft*, mit dem Unterschiede, daſs sich das von jenem ausgesprochene Gesetz nur auf Gase bezieht, die unter einem gleichen und constanten Drucke stehen, und daſs diese ein constantes Volumen voraussetzen. Die Anlage dieser zwei jungen Gelehrten, die Sorgfalt, mit welcher ihre Beobachtungen gemacht zu seyn scheinen, die Einfachheit des Gesetzes, dessen Übereinstimmung mit den Resultaten *Haykraft's*, alles dieses schien dazu beizutragen, um der Meinung der Genfer Physiker eine groſse Wahrscheinlichkeit zu verleihen. Prüft man aber die Grundsätze, auf denen ihre Versuchsweise beruht, genau, so wird man bald gewahr, daſs das Phänomen, worauf sie fuſsten, viel zu complicirt sey, als daſs es möglich wäre, daraus auf die spec. Wärme der Gase schlieſsen zu können. Sie beobachteten die Erkaltung oder Erwärmung verschiedener Gase unter demselben Volumen, in demselben Gefäſse, und unter denselben Einflüssen, und glaubten daraus auf ihre spec. Wärme schlieſsen zu können. Es gibt eine nothwendige Ver-

*) *Annal. de Chim. et de Phys. T.* 35, *p.* 5. Zeitschr. Bd. III., S. 214.

bindung zwischen der spec. Wärme eines Körpers und der Zeit, innerhalb welcher sich unter Einwirkung einer äufseren Ursache seine Temperatur ändert. Ich und *Petit* *) haben die Vorsichten angegeben, die angewendet werden müssen, damit in Betreff fester Körper diese Verbindung in ihrer gröfsten Einfachheit auftrete, und die Abkühlungszeit unmittelbar das Verhältnifs der spec. Wärme angebe. Zuerst ist nothwendig, dafs die durch die Umhüllung des zu prüfenden Körpers absorbirte oder verloren gegangene Wärme nicht ein zu kleiner Bruchtheil der ganzen beim Versuch verlorenen oder gewonnenen Wärme sey, und dieses ist bei gasförmigen Körpern zu erreichen unmöglich.

Den ersteren Versuch haben *La Rive* und *Marcet* mit einem Glasballon von 4 Centim. Durchmesser und fast $^1/_2$ Millim. Dicke angestellt. Bei diesen Dimensionen betrug das Gewicht des Glases 7.017 Gm., das der Luft bei $0^m.65$ Luftdruck und 20° *C.* Wärme 0.036 Gm. Die zur Temperaturveränderung der Hülle nöthige Wärme steht in dem Verhältnisse 126 : 1 mit der, welche man zur gleichen Temperaturveränderung der darin enthaltenen Luft gebraucht hätte. Für ein Gas, dessen Capacität um 0.25 gröfser ist als die der atmosphärischen Luft, beträgt die diesem Capacitätsunterschiede entsprechende Wärme $^1/_{500}$ der ganzen Menge. Wie sollte man so kleine Bruchtheile wahrnehmen können. Der Zeitunterschied der Erwärmung oder Erkältung für beide Fälle beträgt bei 5′ nur 36 Terzien.

Bei den ersteren Versuchen wurde der Ballon, welcher das Gas unter einem bestimmten Drucke und bei der Temperatur von 20° enthielt, in ein Wasserbad von 30° getaucht. Die Erwärmung dauerte 4″, wurde durch

*) *Ann. de Chim. et de Phys. T.* 10, *p.* 400.

die Zunahme der Elasticität des Gases selbst gemessen, und fand sich für jedes Gas verschieden ein Resultat, welches die Verfasser mit Recht einer Verschiedenheit der Leitungsfähigkeit zuschrieben. Schon oft glaubten Physiker in Betreff der Leitungsfähigkeit der verschiedenen Gase eine Verschiedenheit zu bemerken, doch wurde diese Eigenschaft nie scharf bestimmt.

Das, was wir Erkältungsvermögen *(pouvoir refroidissant)* der Gase *) nennen, ist eine zusammengesetzte Wirkung, die zugleich von ihrer Capacität und der Ungleichheit der Masse ihrer letzten Bestandtheile abhängt, woraus dann die Ungleichheit der Geschwindigkeit hervorgeht, die ihnen durch denselben Impuls mitgetheilt wird. Wir haben die Mittel, diesen Coefficienten und die Gesetze, nach denen er sich mit der Elasticität jedes Gases und dem Temperaturüberschuſs des festen Körpers ändert, kennen gelehrt. So oft es sich um die Ausmittelung des in einem Körper durch Berührung eines Gases von bekannter Elasticität und bei gegebenem Temperaturunterschiede verursachten Wärmeverlustes handelt, läſst sich diese Wirkung nach den in jenem Mémoire aufgestellten Principien berechnen. Aber oft hat man es mit der den Wänden des Gefäſses entführten Wärmemenge, und mit der gröſseren oder geringeren Schnelligkeit, mit welcher sich eine Gasmasse mit denselben ins Gleichgewicht setzt, zu thun. In diesem Falle muſs man nun die ungleiche Beweglichkeit der flüssigen Theilchen ins Auge fassen, doch kann man dieses Phänomen nicht mehr der Rechnung unterwerfen, um so mehr, als es von den Dimensionen und der Gestalt des Gefäſses abhängt. Bevor diese Eigenschaft vollkommen ins Reine gebracht und auf ihre Urquelle zurückgeführt

*) *Annals de Chim. etc. T. 7, p. 350.*

ist, würde man etwas auf Rechnung des Capacitätsunterschiedes setzen, das demselben ganz fremd ist, und nur von der verschiedenen Dichte der Gase abhängt. Man könnte nach Verschiedenheit der Einrichtung des Apparates ganz verschiedene Folgerungen in Betreff der Ordnung, in welcher die Gase nach ihrer Capacität auf einander folgen, ziehen. Befindet sich das Thermometer in der flüssigen Masse, so bringt das beweglichere Gas den merklichsten Effect hervor, und man muſs ihm die gröſsere Capacität zuerkennen [1]). Berücksichtiget man aber die Zeit, welche zwei gleiche Volumina verschiedener Gase brauchen, um sich mit dem Gefäſse ins Gleichgewicht zu setzen, so scheint das beweglichere Gas, welches dazu weniger Zeit braucht, die geringste Capacität zu haben [2]). Die Herren *La Rive* und *Marcet* glaubten sich gegen die Wirkungen der Leitungsfähigkeit durch Anwendung einiger Vorsichten zu schützen, die wir in unserem Mémoire über die spec. Wärme fester Körper angegeben haben. Sie setzten den Ballon, statt ihn schnell zu erwärmen, in ein luftleeres Gefäſs, dessen Wände bei einer beständigen und der der Gase überlegenen Temperatur erhalten wurden. Sie nahmen auch bei allen Gasen keine merklichen Differenzen wahr, und schlössen daraus, daſs sie bei gleichem Volumen dieselbe Wärmecapacität besitzen. Man mag immerhin die Eigenschaft, die Wärme durchzulassen, bei den festen Körpern und den Gasen mit demselben Namen bezeichnen, aber vergessen darf man nicht, daſs die Leitungsfähigkeit der festen Körper, die ohne Zweifel nur in einem Strahlen in geringen Entfernungen besteht, von der Ortsveränderung der ungleich erwärmten Theile

[1]) *Mém. d'Arcueil. T.* 1, *p.* 201.

[2]) *Journ. de Phys. Nov.* 1819. *T.* 89, *p.* 337.

der Flüssigkeiten, welche die Leitungsfähigkeit derselben ausmacht, ihrer Natur nach ganz verschieden ist. Um die durch *La Rive* und *Marcet* beobachteten Resultate, die sich nur auf diese letztere Eigenschaft und nicht auf die Capacität zu beziehen scheinen, würdigen zu können, mufs man bedenken: 1) dafs die in diesen Versuchen von den Gasen aufgenommenen Wärmemengen einen so kleinen Bruchtheil des ganzen Systemes ausmachen, dafs man ihn nicht zu schätzen vermag; 2) dafs die zur Erwärmung verschiedener Gase um eine gleiche Anzahl Wärmegrade verwendete Zeit bei den betreffenden Versuchen ausschliefslich von der schnelleren oder langsameren Verwechslung der inneren Theile der Flüssigkeit mit den äufseren, welche unmittelbar durch die Umhüllung erwärmt werden, abhängt; 3) dafs, weil alle Flüssigkeiten einerlei Elasticität besafsen, diese Zeiten um so verschiedener ausfallen mufsten, je gröfser der Temperaturüberschufs des Gefäfses war, so dafs dieser Zeitunterschied ganz unmerklich werden konnte, wenn die Erwärmung sehr langsam vor sich ging; 4) dafs beim Wachsen der Temperatur das Gas stets die Temperatur der Hülle zu gering angeben mufste, dafs aber die Mischung der ungleich erwärmten Theile eines Gases desto schneller vor sich geht, je weiter seine kleinsten Theile von einander entfernt sind, oder je kleiner seine Elasticität ist; der Unterschied zwischen der Temperatur des Gases und der Gefäfswand mufs mit der Elasticität der Flüssigkeit abnehmen, und die Erwärmung verschiedener Gase wird desto mehr gleichzeitig zu seyn scheinen, je geringer die Elasticität der mit einander verglichenen Gase ist. Dieses letztere Resultat, nämlich die Verkürzung der Zeit, welche zur Erzeugung desselben thermometrischen Effectes an demselben Volumen eines immer mehr und mehr verdünnten Gases

nöthig ist, schien *La Rive* und *Marcet* ein unwiderlegbarer Beweis für die Richtigkeit ihres Verfahrens, und in einer neuen Arbeit, wovon uns in der letzten Sitzung der Academie ein Auszug mitgetheilt wurde *), sprechen sie dieselbe Idee wieder aus, welche sie in ihrem ersten Mémoire an Tag gelegt haben, nämlich dafs, weil ihr Apparat empfindlich genug ist, um die Capacitätsverminderung, welche von der Änderung der Dichte herrührt, anzuzeigen, er auch empfindlich genug sey, jene Verschiedenheit der Capacität anzugeben, welche von der Verschiedenheit der Natur der Gase herrührt. Es scheint mir aber, man müsse, um die Schärfe dieses Raisonnements zu zeigen, mit dem Beweise beginnen, dafs die Ungleichheit der Erwärmungszeiten gleicher Volumina desselben Gases bei verschiedenen Dichten ausschliefslich von der Statt findenden Änderung der spec. Wärme abhänge. Wir wollen versuchen, zu zeigen, ob sich die fraglichen Resultate mit dieser Voraussetzung vereinbaren lassen.

Man findet in *La Rive's* und *Marcet's* Mémoire eine Reihe von Beobachtungen in Bezug auf die atmosphärische Luft bei einer Elasticität zwischen 65 und 26 Centim. Dabei wurde nicht die Erwärmungszeit, sondern die in derselben Zeit angenommene Temperaturerhöhung beobachtet, und dadurch die Vergleichung noch etwas erschwert. Geht man von den vorher angeführten Thatsachen aus, und berechnet die Temperatur des Gases nach Verlauf von 5′ in der Voraussetzung, dafs die Capacität durch Verdünnung auf Null gebracht worden, so findet man statt 6°,3, welche dem Gase unter dem Drucke

*) Auch diese Zeitschrift enthält ihn B. VI., S. 342; so wie die erstere Arbeit von *La Rive* und *Marcet*, von der bis jetzt immer die Rede war, in B. III., S. 214 vorkommt.

von 65 Centim. entsprechen, 6°.329. Aber nach vorläufigen Versuchen bewirkt schon eine Verminderung der Elasticität der Luft um 6 Centim. eine acht Mal gröſsere Differenz, so daſs die verdünnte Luft eine negative Capacität haben müſste *). Diese einwurfsfreie Rechnung

---

*) Es heiſse S der Überschuſs der Temperatur der Umgebung über die des Ballons, s dessen Oberfläche, e sein Emissions- oder Absorptionsvermögen, V sein Volumen, D die Dichte und C die mittlere spec. Wärme, endlich t die Zeit. Da es sich nur um kleine Differenzen handelt, so kann man die Erwärmungsgeschwindigkeit n der Gröſse T proportionirt setzen, so daſs man hat

$$\frac{dT}{dt} = -nT.$$

Aber n ist der Oberfläche S, dem Vermögen e direct, dem Gewichte VD des Gases und seines Gefäſses, und der Capacität C verkehrt proportionirt, und man hat daher

$$\frac{dT}{dt} = -\frac{Se}{VDC}T \quad \text{oder} \quad \frac{dT}{T} = -\frac{Se}{VDC}dt,$$

und durch Integriren

$$\log.\frac{A}{T} = \frac{Se}{VDC}t,$$

wo A der Werth von T für $t = o$ ist. Nach Verlauf der Zeit D gehe T bei einem Gas in T' über, bei einem anderen in T''. Es ist daher

$$\log.\frac{A}{T'} : \log.\frac{A}{T''} = \frac{1}{D'C'} : \frac{1}{D''C''}.$$

Heiſst p das Gewicht des gläsernen Ballons, c dessen spec. Wärme, so ist für diesen allein

$$\log.\frac{A}{T'} : \log.\frac{A}{T''} = p''c'' + pc : p'c' + pc.$$

Bei den betreffenden Versuchen ist für die Luft bei $0^m.65$ und 20° C. $\frac{p'c'}{pc} = \frac{1}{126}$; man kann daher aus der vorhergehenden Proportion die Gröſse c'', sobald p'' gege-

zeigt, dafs man die schnellere Erwärmung desselben Gasvolumens nach der Verdünnung nicht einer Capacitätsverminderung zuschreiben darf. Es scheint mir überhaupt, man könne keinen Apparat so einrichten, und keine Versuchsweise wählen, nach der man aus der Erwärmungs- oder Erkältungszeit auf die spec. Wärme der Gase schliefsen könnte Es verdienen daher die Resultate *Laroche's* und *Bérard's* noch immer das meiste Zutrauen, und wenn auch noch eine gröfsere Präcision wünschenswerth bleibt, so setzen sie doch das aufser Zweifel, dafs nicht alle einfachen oder zusammengesetzten Gase unter demselben Volumen dieselbe Wärmecapacität besitzen. Ihre Bestimmungen beziehen sich aber nur auf Gase, die unter einem constanten Drucke stehen, in Betreff der Voraussetzung eines constanten Volumens bleibt noch die Frage zu beantworten. Diese Beantwortung hat aber auf experimentalem Wege viel mehr Schwierigkeiten, als jene; bisher hat man hiezu sogar noch keine directe Methode. Glücklicher Weise hat *Laplace* zwischen der spec. Wärme der Gase in die-

---

ben ist, so wie T', T' für einen bestimmten Werth von δ, oder T'' für ein bestimmtes c'' berechnen. — In Betreff der Schlufsfolgen, welche die Herren *La Rive* und *Marcet* aus ihrem zweiten Mémoire ziehen, gilt dasselbe, was vom ersten gesagt wurde. Bei ihrem 22 Gr. schweren und 0.4 Gr. Luft fassenden Ballon wäre das Verhältnifs der zur Erzeugung einer bestimmten Temperaturveränderung der Luft und ihrer Hülle nöthigen Wärme $^1/_{56}$ statt $^1/_{126}$, wie bei den ersteren Versuchen. Auch hier schien die Erwärmung zu schnell vor sich zu gehen, um das Hydrogengas mit den übrigen in Übereinstimmung zu bringen. Hätte man den Ballon von aufsen mit Blattsilber belegt, man hätte gewifs diese Differenz nicht erhalten, wiewohl das Gas in seinen kleinsten Theilchen so beweglich ist.

ser zweifachen Beziehung und der Fortpflanzung des Schalles eine Relation entdeckt, indem er zeigt, daſs der Unterschied zwischen der berechneten und der durch Beobachtung gefundenen Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in der Luft von den bei dieser Fortpflanzung vorfallenden Temperaturänderungen herrühre, und daſs man diese Differenz verschwinden mache, wenn man das Resultat der *Newton*'schen Formel für die Fortpflanzung mit der Quadratwurzel aus dem Verhältnisse der spec. Wärme der Luft unter constantem Drucke und unter constantem Volumen multiplicirt [1]). *Poisson* [2]) kam auf mehr directem und ganz von hypothetischen Voraussetzungen unabhängigem Wege zu demselben Resultate. Ein Versuch endlich von *Clement* und *Désormes* [3]) mit einem vollständigeren Apparate, und unter mehr abgeänderten Umständen von *Gay-Lussac* und *Welter* [4]) wiederholt, gab den numerischen Werth dieses Verhältnisses für die atmosphärische Luft, der, in die allgemeine Formel für die Geschwindigkeit des Schalles substituirt, obigen Unterschied bis auf einige Meter verschwinden macht.

Nach *Gay-Lussac* und *Welter* scheint das Verhältniſs der spec. Wärme in der zweifachen Beziehung für alle Temperaturen und unter jedem Drucke nahe constant zu seyn. Nach dieser Voraussetzung läſst sich sogar die Temperatursveränderung berechnen, die aus einer schnellen Änderung in der Dichte einer Luftmasse hervorgeht. Nimmt man noch dazu, was aber nicht

1) *Ann. de Chim. et de Phys. T.* 3, *p.* 238; *et Mec. cél. T.* 5, *p.* 123.

2) *Ann. de Chim. et de Phys. T.* 23, *p.* 337; und *Con. des tems* 1826, *p.* 257.

3) *Journ. de Phys. T.* 89, *p.* 333.

4) *Mec. cél. T.* 5, *p.* 125.

wahrscheinlich ist, daſs die Capacität auch für alle Temperaturen unter demselben Drucke constant ist, so könnte man daraus einen allgemeinen Ausdruck für die spec. Wärme der atmosphärischen Luft bei constanter Elasticität und bei unveränderlichem Volumen finden. Dehnt man diese Voraussetzung auf alle Gase aus, so kann man alle auf die spec. Wärme der Gase Bezug habenden Fragen auflösen, wenn nur das Verhältniſs zwischen der spec. Wärme in der zweifachen Beziehung, und die spec. Wärme bei bestimmtem Drucke gegeben ist. Sollte auch jene Voraussetzung der Natur nicht entsprechen, so wäre doch die Ausmittelung des Verhältnisses der zwei spec. Wärmen eine nützliche Acquisition für die Wissenschaft, weil man daraus die specifische Wärme unter constantem Volumen, die sich nicht unmittelbar bestimmen läſst, und die der Verdichtung oder Verdünnung eines Gases entsprechende Wärmemenge kennen lernen kann *).

---

*) Die geistreichen Untersuchungen *Dalton's (Mém. de Manch. v.* 5, *p* 525. *New Syst. of chem. phil. T.* 1, *p.* 127*)* zeigen, daſs die bei einer schnellen Änderung der Dichte eines Gases beobachtete Temperaturänderung von der wirklichen Änderung derselben weit entfernt ist, aber sie reichen nicht aus, diese Gröſse selbst genau anzugeben. Das von *Despretz (Ann. de Chim. et de Phys. T.* 37, *p.* 182*)* zum Behufe dieser Bestimmung bei der Verdichtung des Oxygens und eines brennbaren Gases angegebene Verfahren gewährt nicht einmal eine grobe Annäherung. Man braucht nur, um dieses einzusehen, zu wissen, daſs die bei der Compression des Oxygengases auf doppelte Dichte entwickelte Wärme nicht $1/_{200}$ derjenigen macht, die bei der Verbindung desselben mit Kohle frei wird, und doch wird letztere nach *Despretz* Methode gemessen; und wenn andere Gase bei einer gleichen Verdichtung um $1/_3$ oder $1/_4$ mehr oder weniger Wärme gäben, so würden diese Differenzen nur $1/_{1000}$

Bisher hat man diese Gröfse nicht genau finden können. Ich glaube, man gelange am sichersten zum Ziele, wenn man die wirkliche Geschwindigkeit des Schalles in jedem Gase sucht, und sie der Theorie *Laplace's* gemäfs mit *Newton's* Formel vergleicht.

Wir nehmen nun als erwiesen an, dafs das Quadrat des Quotienten der wirklichen Geschwindigkeit des Schalles in einem Gase, getheilt durch die nach *Newton's* Formel gefundene Geschwindigkeit, dem Verhältnisse der spec. Wärme unter constantem Volumen und unter constantem Drucke entspricht *).

Demnach beruht die Bestimmung dieses Verhältnisses auf der Untersuchung der Schallfortpflanzung in verschiedenen Gasen. Dieses kann auf indirectem Wege geleistet werden, den zuerst *Chladni* und *Jacquin* betreten haben, und welcher darin besteht, dafs man dieselbe Pfeife, wie eine Flötenpfeife eingerichtet, in verschiedenen Gasen bei derselben Temperatur ansprechen läfst, und je-

oder $\frac{2}{1000}$ der durch Beobachtung gefundenen Gröfse entsprechen, so dafs die gesuchte Wärme 15 oder 20 Mal kleiner wäre, als die unvermeidlichen Beobachtungsfehler. Hat *Despretz* den vorgeschlagenen Versuch wirklich angestellt, so hat er gewifs zwischen den bei der Verbindung des Oxygens von einfacher oder doppelter Dichte entwickelten Wärmemengen keinen Unterschied gefunden, das Verbrennungsproduct mag fest oder gasförmig seyn.

*) Ist h die Barometerhöhe, g die Intensität der Schwere, D die Dichte des Gases auf die des Quecksilbers bezogen, t die Temperatur, v die beobachtete Geschwindigkeit des Schalles, und k das Verhältnifs der spec. Wärme unter einerlei Druck und unter constantem Volumen; so hat man $k = \frac{v^2}{\frac{gh}{D}(1 + t \,.\, 0.00375)}$.

des Mal die Tonhöhe bestimmt. Theilt sich die schwingende Luftsäule jedes Mal auf gleiche Weise ab, und gibt z. B. den tiefsten Ton, dessen sie fähig ist, so lernt man leicht die Länge der Schallwelle, und hieraus die Geschwindigkeit des Schalles im entsprechenden Gase kennen [1]. Aus *Chladni's* Versuchen läfst sich kein genaues Resultat zu unserem Zwecke ziehen. *Kerby* und *Merrich* [2] in England haben *Chladni's* Apparat verbessert und viele Versuche angestellt, besonders auf die Bestimmung der Tonhöhe viel Aufmerksamkeit verwendet. Bald darauf hat *Benzenberg* [3] in Düsseldorf mit *Chladni's* Apparat neue Versuche gemacht, er mafs aber die Schwingungsanzahl mit einem Monochord. Endlich hat *R. Van Rees* diesen Stoff im Jahre 1819 in Utrecht zum Gegenstand einer Inauguraldissertation gemacht, und zu diesem Zwecke in *Molls* Laboratorium viele Versuche sorgfältig angestellt. Doch gestatteten die dabei vorgefallenen Fehler nicht, das gesuchte Gesetz zu entdecken. Man mufs demnach die Hoffnung aufgeben, durch die genannten Mittel zum Ziele zu gelangen. Man mufs annehmen, dafs die Beobachtungsresultate nicht vergleichbar waren, weil man unreine Gase gewahlt, und das Anblasen auf eine Weise eingerichtet hat, dafs dadurch

---

[1] Ist λ die Länge einer verdichteten oder verdünnten Welle, v die Geschwindigkeit des Schalles, t die Dauer einer halben Oscillation, so hat man $\lambda = v t$; oder, wenn n die Anzahl der Schwingungen in einer Sec. bezeichnet, $v = \lambda n$. Heifst nach *Bernoulli* die Anzahl der Knoten p, so ist $(p + 1) \frac{\lambda}{2} = l$, wo l die Länge einer beiderseits offenen Pfeife bedeutet. Für den tiefsten Ton ist $p = 0$, $\lambda = l$ und $v = l n$. Demnach ist die Geschwindigkeit des Schalles der Anzahl der Schwingungen, wodurch er erzeugt wird, proportionirt.

[2] *Nicholson's* Journ. T. 27, p. 269; und T. 33, p. 161.

[3] *Gilb.* Ann., n. F., T. 2, p. 12.

die Tonhöhe geändert wurde. Ich suchte deſshalb die der Sache anklebenden Schwierigkeiten zu beseitigen. Ich wollte zuerst den Grad der Genauigkeit kennen lernen, welchen man bei derlei Versuchen erreichen kann, und lieſs darum zwei Pfeifen von ungleichem Durchmesser ansprechen. Diese Pfeifen hatten jene Dimensionen, welche der Erfahrung gemäſs einen vollen Ton gestatteten, und ihn schwer verändern lieſsen; sie befanden sich in horizontaler Lage, in freier Luft, und mittelst eines Gasometers wurde ein constanter Luftstrom eingeblasen. Der anfängliche dabei herrschende Druck entsprach einer Wassersäule von 3 Cent. Schon *D. Bernoulli* hatte zur Vergleichung der Theorie mit der Erfahrung die von zwei verschieden langen, einerseits geschlossenen Pfeifen gegebenen Töne mit einander verglichen, und in eine derselben mit dem Munde geblasen, doch erhält man so keinen hinreichend deutlichen und anhaltenden Ton, um eine groſse Schärfe erwarten zu dürfen, und kann nur die Länge der vibrirenden Säule mit den musikalischen Intervallen vergleichen, die ihnen entsprechen, doch hat er auch die absolute Schwingungszahl gesucht *).

Die Formel gab für den Ton einer vierfüſsigen Orgelpfeife in einer Secunde 115 Schwingungen, und eine damit gleichgestimmte Saite vibrirte 116 Mal. Die Übereinstimmung ist wohl hinreichend groſs, doch wurde bei der Berechnung das Quecksilber 12000 dichter als die Luft bei 28 Z. Druck angenommen, welches eine Temperatur von 39° *C.* voraussetzt, die gewiſs beim Versuch nicht herrschte. Endlich findet jene Übereinstimmung nicht mehr Statt, wenn man statt der der alten Theorie entsprechenden Schallgeschwindigkeit in der Luft die

*) *Mém. de l'Acad. des sc. de Paris*, 1762, *p.* 467.

beobachtete setzt. Denn man findet, daſs der Ton der vierfüſsigen gedeckten Pfeife bei 20° *C.* 132.7 Vib. statt 116 machen muſste. Demnach ist *Bernoulli's* Versuch für uns unzureichend. Derselbe Geometer hat ein anderes, sehr sinnreiches, und wie es scheint sehr genaues Mittel angegeben, um die Länge einer der ganzen Dicke nach vibrirenden Luftsäule zu messen, welches darin besteht, daſs er einen eingetheilten Kolben in die Pfeife so weit hineinschiebt, bis sie denselben Ton gibt, wie im ganz offenen Zustande. Da gab der Abstand der Vorderfläche des Kolbens vom Rande der Pfeife die gesuchte Länge an. Dieses Mittels habe ich mich bedient, und zur Vergleichung der Töne *Cagniard Latour's Syrene* *) gebraucht, die für einen, der sich mit ihr vertraut gemacht hat, eine unbegrenzte Genauigkeit zuläſst. Die von mir gebrauchte Syrene hat einen Deckel, der hinreichend dick ist, um während der kurzen Unterbrechungen des Luftstromes dieselbe Geschwindigkeit beizubehalten. Ein Orgelblasbalg von *Grenié*, der durch gröſseres oder geringeres Belasten des Pedals die Geschwindigkeit des Windes nach Belieben wechseln läſst, diente dazu, die Bewegung der Platte bei der Geschwindigkeit zu erhalten, welche die Übereinstimmung des Tons der Syrene mit dem zu vergleichenden forderte. Bei reinen und starken Tönen ist das Ohr für sehr kleine Differenzen empfindlich, und da die Bewegung der Platte 4′ anhielt, wenn die Töne im Unisono waren, so werden die aus der Beschleunigung oder Verzögerung der Platte herrührenden Fehler auf groſse Intervalle vertheilt, und verlieren dadurch den Einfluſs nach einem ähnlichen Principe, wie bei der Repetition der Winkel. Folgende Tafel enthält die Resultate meiner Versuche:

---

*) *Ann. de Chim. et de Phys. T.* 12, *p.* 167; und *T.* 18, *p.* 438

Zustand der Mündung.	Zahl des Versuches.	Länge der Pfeife.	Tiefe der Pfeife.	Breite der Pfeife.	Breite der Mündung	Wasserdruck im Gasometer.	Schwingungszahl in 1 Sec.	Abstand d. Vorderfläche des Kolbens von der Mündung.	Temperatur der Luft.	Geschwindigkeit d. Schalles nach der Formel $333^m\sqrt{1+0.00375\,t}$.	Geschwindigkeit nach *Bernoulli's* Verfahren.
Freie Mündung . .	4	$60^c.2$	$25^m.5$	32^m	5^m	3^c	491.4	33.1	20°	$345^m.2$	325.3
	4	do.	do.	do.	do.	do.	490.6	33.1	do.	do.	324.7
	6	do.	do.	do.	do.	5^c	504.6	32.45	20°.5	do.	327.5
	32	do.	do.	do.	do.	3^c	495.6	33.16	do.	do.	328.6
	33	$29^c.1$	18^m	23^m	4^m	3^c	973.2	16.77	20°.3	do.	326.4
	34	do.	do.	do.	do.	do.	973.6	16.78	do.	do.	326.6
	38	$127^c.15$	62^m	74^m	8^m	do.	239.3	67.6	20°	$345^m.2$	323.7
	63	$62^c.2$	14^m	15^m	5^m	do.	487.4	32.9	9°	$338^m.5$	320.7
	63*bis.*	do.	do.	do.	do.	do.	494	32 4	do.	do.	320.1
Mündung, gedeckt mit Weifsblech . . .	8	$60^c.2$	$25^m.5$	32^m	5^m	do.	466.6	35.5	20°	$345^m.2$	331.28
	9	do.	do.	do.	do.	do.	463.4	36.3	do.	do.	336.4
	10	do.	do.	do.	do.	do.	467	35 95	do.	do.	335.77
Mündung einer Querflöte	13	61^c	$26^m.5$	30^m	15^m	3^c	474.4	33.15	do.	do.	314.15
	14	do	do.	do.	do.	5^c	476.6	33	do.	do.	314.5
Mündung, mit einer Bleiplatte verengt .	18	$60^c.2$	$25^m.5$	32^m	5^m	3^c	448	17.2	do.	do.	326
	19	do.	do.	do.	do.	do.	954	17.35	do.	do.	331.4
	20	do.	do.	do.	do.	do.	953.2	17.35	do.	do.	330.7

Alle Beobachtungen geben eine zu kleine Geschwindigkeit, und bei hohen und tiefen Tönen ist der Fehler nahe gleich grofs, welches beweiset, dafs er nicht von einer von den Wänden der Röhre verschluckten oder entwickelten Wärme herrührt, indem unter Voraussetzung dieses Einflusses er bei tiefen Tönen stärker seyn müfste, weil bei langsameren Schwingungen die störende Ursache länger wirken kann. Aber die allgemeinere und naturgemäfsere Theorie *Poisson's (Mém. de l'Acad.* 1817, *p.* 303) über die Bewegung der Luft in Flötenwerken erregte einige Zweifel über die wahre Länge der halben Luftsäule, und ich wollte versuchen, ob man dieser Theorie gemäfs durch Messen des Abstandes der zwei auf einander folgenden Knoten nicht die Schallgeschwindigkeit näher kennen lernt. Die folgende Tafel enthält die Resultate der hierüber angestellten Versuche:

Beschaffenheit der Mündung.	Zahl des Versuches.	Länge der Pfeife.	Breite der Pfeife.	Tiefe der Pfeife.	Gröſse der Mündung.	Druck im Gasometer. Wassersäule.
Mit einer Bleiplatte verkleinerte Octavpfeife *)	30	60^c.2	25^m.5	32^m	2^m.25	3^c
	31	do.	do.	do.	do.	do.
	35	29^c.1	18^m	23^m	2^m	do.
	36	do.	do.	do.	do.	do.
	39	127^c.15	62^m	—	4^m	—
Durch einen groſsen Luftstrom zur Octav gebracht.	63	62^c.2	14^m	15^m	5^m	3^c
Gedeckte Pfeife. Ton 3.						
Mit einer Bleiplatte verkleinert, um den zweiten Ton hervorzubringen.	40	60^c.2	25^m.5	32^m	5^m	3^c
	41	do.	do.	do.	do.	do.
	41 *bis*.	do.	do.	do.	do.	do.

*) Bei diesen Versuchen entdeckte ich eine merkwürdige
Flötenpfeife immer mehr vermindert, so gibt sie zuletzt
senkrecht auf die Mündung, während die Pfeife den
so geht der Ton in die Octav bleibend über. Erzeugt
Mundstückes von *Grenié*) den Grundton etwas stark, so
kann so die zwei ersten Töne einer offenen Pfeife recht
stromes noch die Gröſse der Mündung eine Störung
ren (die Pfeife war 60^c lang, und gab das mittlere *ut*
ren eines Mundstückes verglich, zeigte sich ein schwaches
im anderen, wenn es stark ansprach. Der Ton einer
nicht genau um eine Octave verschieden, sondern dieser
wenigstens bei der von mir gebrauchten Pfeife.

Länge der schwing. Luftsäule nach *Bernoulli*.	Abstand der zwei Knoten.	Luftwärme.	Anzahl der Schwingungen in 1 Sec.	Geschwindigkeit des Schalles nach der Formel $333\sqrt{1+0.00375\,t}$.	Geschwindigkeit nach der *Bernoulli*'schen Methode.	Geschwindigkeit nach dem Abstande der 2 Knotenflächen.
16c.2	33.95	20°	990.4	345m.2	321	336.2
16c.1	34.18	do.	986	do.	317.1	336.6
8c.1	17.6	20°.3	1935.2	—	321.6	340.6
8c.08	17.52	20°	1927.2	do.	311.4	337.6
33c.85	71.6	do.	464.6	do.	314.5	332.6
17c.08	31.9	9°	984.7	338m.5	336.4	314.8
—	43.6	20°	757.2	345m.2	—	330.1
—	43.6	do.	762 6	do.	—	332.4
—	43.47	do.	761.3	—	—	331

Thatsache. Wenn man die Mündung einer beiderseits offenen
den Grundton eben so leicht als die Octave. Bläst man nun
Grundton gibt, als wie wenn man eine Kerze ausblasen will,
man dann mit einer anderen Pfeife (ich bediente mich eines
geht auch die Flötenpfeife in die tiefere Octave über. Man
gut vergleichen, indem weder die Geschwindigkeit des Luft-
bewirken. Es ist fast ganz genau einer die Octav des ande-
unserer Claviere. Nur wenn ich diesen Ton mit einem ande-
Schweben in dem einen, wenn das Mundstück schwach, und
offenen und der einer gleich laugen gedeckten Pfeife sind
ist fast um 1/2 Ton höher als die Octave. Dieses zeigte sich

Die nach dem Abstande der Knotenflächen be
nete Schallgeschwindigkeit nähert sich also mehı
beobachteten. Merkwürdig ist es, dafs nach dens
Versuchen die Geschwindigkeit, nach der *Bern*
schen Methode berechnet, von der beobachteten
stärker abweicht. Dieses fand bei Pfeifen Statt,
ren Dimensionen den guten Orgelpfeifen gemäfs wa
während bei längeren, die den Grundton schwer ge
die geringste Vermehrung der Geschwindigkeit des I
stromes den Ton in die Octav überschlagen macht.
aus kann man schliefsen, dafs man aus der Lage
Schwingungsknoten nach *D. Bernoulli's* Methode
wahre Schallgeschwindigkeit nicht genau finden k
wenn auch die Dauer der Schwingungen der Lufts
genau bekannt ist. Die Zahl 333^m, die ich für die
schwindigkeit bei 0° annahm, ist das Mittel aus s
vielen Versuchen, die wenig von einander abweich
Ich habe mich durch Erfahrung überzeugt, dafs
Coefficient $\sqrt{1 + 0.00375\, t}$ die von der Ungleichh
der Temperatur abhängenden Variationen wenigst
zwischen 4° und 22° *C.* genau angibt. Ich fand z.]
dafs dieselbe Pfeife für dieselbe Abtheilung der Lu
säule bei 22° einen Ton gab, der 500 Schwingung
entspricht, während bei 4° der Ton auf 484.8 Schwi
gungen hindeutete, und die Formel gibt 484.2.

Schon vorhin ward die Meinung widerlegt, *dafs* di
Wände der Pfeife auf die Temperatur der Luftsäule ei
nen Einflufs ausüben. Sollte nun denn die Schallge
schwindigkeit in einer cylindrischen isolirten Luftsäul
kleiner seyn als in einem unbegrenzten Mittel, wie *Poisson* für feste Körper fand? Der Unterschied im Bau fester und flüssiger Körper macht diese Vermuthung nicht
wahrscheinlich. Die Nichtübereinstimmung der Resultate der Theorie mit denen der Rechnung macht es viel

wahrscheinlicher, dafs die Vibrationen mit der Axe der Pfeife parallel erfolgen, und dafs in einer darauf senkrechten Richtung gar keine Bewegung Statt finde, welches bei der gewöhnlichen Einrichtung der Mündungen nicht der Fall ist, und auch von *Savart* bewiesen wurde. Ich bin sehr geneigt zu glauben, dafs die Knotenflächen, welche sich in offenen Pfeifen bilden, nicht dieselbe Gestalt haben, und auch nicht an demselben Platze sich befinden, wenn man auch nach Einschiebung des Kolbens denselben Ton erhält.

Ich wollte wissen, ob man zu einem genauen Resultate gelangt, wenn man die Erschütterung den Voraussetzungen der Theorie angemessener einrichtet, und setzte demnach die in einer einerseits geschlossenen Pfeife enthaltene Luftsäule durch eine Stimmgabel in Bewegung, deren Ton sich sehr genau angeben, und die sich durch Eintauchen in Quecksilber zum gehörigen Ton stimmen liefs. Da konnte man die Länge der Pfeife messen, und wie vorher die Geschwindigkeit des Schalls berechnen. Beim Anstellen dieser Versuche überzeugt man sich bald von der Richtigkeit der aus *Poisson's* Theorie fliefsenden Resultate, nach welchen eine Pfeife eine Menge von einander nur wenig verschiedener Töne geben kann, d. h. dafs man denselben Ton mit verschiedenen Pfeifen erhalten kann. Ich habe aber die dem stärksten Tone entsprechende Tiefe gewählt. Bei der Temperatur von 20° brachte ein elastischer Stab, der in einer Sec. 504 Schwingungen machte, eine Luftsäule von $33^c.2$ Länge in einer einerseits geschlossenen Pfeife am stärksten zum Schwingen. Würde die Länge dieser Säule als halbe Concameration angesehen, so entsprach sie einer Geschwindigkeit von 343 statt $345^m.2$.

Ich liefs eine Kupferscheibe von 2 Centim. Durch-

messer an eine Zinke einer Stimmgabel anlöthen, und brachte dadurch ihren Ton um eine Terz und 1/4 Intervall herab; darauf bestimmte ich die dieser Modification des Instrumentes entsprechende Anzahl der Oscillationen, und als ich sie an der Mündung einer Pfeife, deren Tiefe ich nach Belieben ändern konnte, schwingen liefs, fand ich, dafs sie bei einer Tiefe von 22c.9 den stärksten Ton gab. Diesem entsprach die Schwingungszahl 664.4. Nach der Theorie sollte die Tiefe 25.9 betragen. Demnach gibt auch dieses Erschütterungsmittel eine zu geringe Geschwindigkeit, und doch mufste es Schwingungen nach der Richtung der Axe der Pfeife erregen; doch rührt dieses wahrscheinlich davon her, dafs die Mündung durch den vibrirenden Stab mehr oder weniger verengt ist. Beim zweiten Versuch, wo ein elastisches Plättchen einen gröfseren Theil der Mündung schliefst, findet man wirklich eine gröfsere Differenz. Handelte es sich um die Vergleichung der Intensitäten mehrerer auf einander folgender Töne, so könnte man nach diesem Verfahren keine besondere Schärfe zu erreichen hoffen.

Aus den vorhergehenden Versuchen scheint bewiesen zu seyn, dafs sich die durch die Theorie angezeigte Relation zwischen der Geschwindigkeit des Schalls in der freien Luft und der Länge der schwingenden Luftsäule in einer Flötenpfeife nicht nachweisen lasse. Ich hatte noch einige andere Versuche, welche die Ursache dieser Discordanz darstellen sollten, im Auge, doch zog ich, um mich nicht von meinem Gegenstande zu weit zu entfernen, es vor, mich zu überzeugen, ob nicht der Fehler, wovon er immer herrühren mag, die Geschwindigkeit des Schalls in allen Gasen auf gleiche Weise afficire. Ein Mémoire von *Biot* *) über diesen Gegen-

*) *Bulletin de la Soc. philom.* 1816, *p.* 192.

stand benahm mir aber fast den Muth zu dieser Arbeit, indem ich daraus ersah, daſs, wenn man in dieselbe Pfeife successiv verschiedene Gase einbläst, sich die Luftsäule in sehr ungleich lange vibrirende Theile abtheilt; doch wollte ich das Hinderniſs zu überwältigen suchen, da die Ursache jener ungleichen Abtheilung mir nicht klar genug erklärt zu seyn schien, und ich auf die Bestimmung des Gegenstandes meiner Untersuchung ein groſses Gewicht legte. Ich construirte demnach einen Apparat, der mir die Töne derselben Pfeife aufs Genaueste mit einander zu vergleichen erlaubte, und mit dem ich finden konnte, welche Verrückung die Knotenflächen erleiden, wenn man ein Gas mit dem anderen vertauscht. In der Vermuthung, daſs etwa ein ungleiches Anblasen auf das Resultat bei verschiedenen Gasen einen Einfluſs haben konnte, suchte ich die Versuche möglichst mit einander vergleichbar zu machen. Die Flötenpfeife wurde in einem groſsen hölzernen, in- und auswendig mit Blei belegten Kasten angebracht, der den Luftdruck wohl aushalten konnte, und die Luft von einem Gasometer mit beständigem Druck erhalten. Das Gas ward vorläufig mittelst zerflieſsender Salze oder mittelst Ätzkalk gut ausgetrocknet. An einer Seite des Kastens trat das Windrohr ein, an der anderen waren drei Löcher angebracht, wovon eines mit einer Glasplatte verschlossen war, hinter der sich ein Thermometer befand. Das zweite communicirte mit einer weiten Glasröhre, die sich mittelst eines Schraubendeckels schlieſsen lieſs; durch das dritte endlich ging mittelst eines Lederfutters ein langer Stift, der zum Einführen des Kolbens in die Pfeife diente, und die Lage der Knotenflächen erkennen lieſs. Nachdem der Kasten mittelst einer bleiernen, mit einer Luftpumpe verbundenen Röhre von Luft befreit war, wurde Gas eingefüllt, dann der Schraubendeckel geöff-

net, und das Gas unter Einwirkung des ganzen Luftdruckes zugelassen, welches die Pfeife zum Tönen bringen sollte, aber sich mit atmosphärischer Luft nicht vermengen konnte. Wenn der Grundton, welchen die offene Pfeife gab, bekannt war, wurde der Kolben, ohne daſs der Luftstrom und der Ton unterbrochen wurde, angewendet, und so weit in die Pfeife hineingeschoben, bis sich wieder der Grundton hören lieſs Da konnte man nun die Lage der Knotenfläche ausmitteln. Die Vorsichten, welche ich anwendete, um die Resultate vergleichbar zu machen, setzten mich in den Stand, auszumitteln, daſs gegen die Ansicht unseres gelehrten Collegen die Natur des Gases auf die Art der Abtheilung einer Luftsäule von derselben Länge keinen Einfluſs ausübe. Wollte man aus dem Abstande der Knotenfläche vom Mundloche die Geschwindigkeit des Schalles in dem betreffenden Gase bestimmen, so würde man noch gröſseren Fehlern ausgesetzt seyn, als nach den vorhergehenden Methoden, denn die Luftsäule ist da bei derselben Schwingungszahl kürzer, ungefähr so, als wenn man bei dem gewöhnlichen Verfahren die gegen die Mündung gekehrte Abtheilung als Basis der Untersuchung annehmen wollte. Es geschah selbst, daſs bei meinem Apparate bei gewissen Verhältnissen der Länge und Weite des Ausfluſsrohres die Knotenfläche fast in die Mitte der Pfeife fiel, und daher der Einfluſs aller äuſseren Theile dem der Mündung gleich kam. Die Ursache der ungleichen Länge der zwei Abtheilungen an beiden Seiten der Knotenfläche in einer offenen Pfeife, welche den Grundton gibt, liegt ohne Zweifel in der im Verhältnisse der Öffnung der Pfeife zu geringen Mündung derselben. Man sieht aus den Versuchen, von denen die Rede seyn wird, daſs jedes Hinderniſs, welches an der Seite der Öffnung auf die Bewegung der Luft wirkt, die Knoten-

fläche nach dieser Seite hinführt, mithin die schwingende Säule verkürzt. Kurz, so viel ist gewiſs, daſs bei den verschiedensten Gasen, wie z. B. bei Hydrogengas und Kohlensäuregas, die Knotenfläche genau an denselben Ort fällt. Ich sah diesen wichtigen Punct erst als ausgemacht an, nachdem ich ihn an sechs verschiedenen Gasen bewährt gefunden hatte. Ist er ins Reine gebracht, so ist es klar, daſs man nur die bei verschiedenen Gasen in derselben Pfeife beobachteten Schwingungszahlen zu suchen braucht, um die Verhältnisse der Geschwindigkeit des Schalles in diesen Gasen zu finden. Man könnte hieraus nach einer sehr einfachen Formel *) das Verhältniſs der spec. Wärme bei constantem Druck zu der unter constantem Volumen in allen Gasen berechnen. Für die atmosphärische Luft ist dieses Verhältniſs aus der Vergleichung der wirklichen Geschwindigkeit mit der nach *Newton's* Formel berechneten bereits bekannt. Die folgende Tafel enthält die Resultate der Untersuchung mit sechs verschiedenen Gasen, die man sich in hinreichender Menge verschaffen kann.

---

*) Bedeuten n und n' die Anzahl der Schwingungen in einer Secunde bei zwei Tönen derselben Pfeife, wovon die erste mit atmosphärischer Luft, die andere mit einem anderen Gas von der Dichte P (die der Luft $= 1$) anspricht; k das Verhältniſs der spec. Wärme in der zweifachen Beziehung für die Luft, k' dasselbe für das andere Gas, so hat man

$$n : n' = \sqrt{1 + 0.00375\,t}\,\sqrt{k} : \sqrt{\frac{1 + 0.00375\,t'\,\sqrt{k'}}{\sqrt{P}}}$$

wobei k' die einzige Unbekannte ist.

Name der Luftart.	Ton einer Pfeife von 60°	Schwingungszahl in 1 Sec.	Temperatur.	Dichte des Gases.	Schallgeschwindigkeit bei 0° *C.* nach *Newton's* Formel.	Schallgeschwindigkeit bei 0° *C.* nach dem Tone der Pfeife	Verhältnifs der 2 spec. Wärmen.	Spec. Wärme bei const. Volumen.	Spec. Wärme bei const. Drucke.	Sp. Wärme bei constantem Drucke n. *Laroche* u. *Bérard.*	Temperaturerhöhung bei einer Verdichtung von $^1/_{267}$ bei 0° *C.* und $0^m.76$.
Atmosphäro . .	ut_1	500.4	22°	1	$279^m.29$	333^m	1.421	1	1	1	0°.421
Oxygengas . . .	$+\underline{si}_1$	474.9 475.2 474.5	21°	1.1026	266^m	317.17	1.415 1.417 1.413	1	1	0.976	do.
Hydrogengas .	$-si_3$	1883.6 1881	17°	0.0688	$1064^m.8$	1269.5	1.409 1.405	1	1	0.903	do.
Kohlensäuregas	$\underline{sol}_1$	393.18 392.68	22° 20°.5	1.524	$226^m.24$	261.6	1.337 1.340	1.249	1.175	1.258	0°.337
Kohlenoxydgas	$+ut_1$	501.3 503.07	15°	0.974	283^m	387.4	1.423 1.433	1	1	1.034	0°.423
Stickgas	$\underline{sol}_1$	392.7	20°.5	1.524	226^m	261.9	1.343	1.227	1.16	1.35	0°.343
ÖhlbildendesGas	$-\underline{si}_1$	466 9	16°	0.981	$281^m.99$	314	1.240	1.754	1.531	1.553	0°.240

Unter den Resultaten meiner Versuche weicht besonders das mit Hydrogengas erhaltene von dem meiner Vorgänger bedeutend ab. Die geringe Dichte dieses Gases macht die von einer zufälligen Beimengung eines anderen Gases oder selbst der Wasserdünste herrührenden Fehler ungemein groſs. Wird es mit aller möglichen Sorgfalt bereitet, um es rein zu erhalten, so gibt es einen um zwei Octaven höheren Ton als Sauerstoffgas. *Chladni* fand ihn nie höher als um eine Decime, oft nur um eine Octave. Die Zahlen von *Van Rees* sind zwar weniger fehlerhaft, und doch noch um $^1/_9$ kleiner, als es *Newton's* Formel verlangt, so daſs die Geschwindigkeit des Schalles in diesem Gase durch die Wärme vermindert zu seyn scheint, welches aber der Theorie widerstreitet *). Übrigens darf man nicht vergessen, daſs zur Bestimmung der in der achten Columne der vorhergehenden Tafel enthaltenen Zahlen nicht weniger als sechs numerische Coefficienten gebraucht wurden, nämlich: 1) die Intensität der Schwere; 2) das Verhältniſs der Dichte des Quecksilbers zu der des Wassers; 3) die Coefficienten der Ausdehnung der Gase und des Quecksilbers; 4) die Dichte der Gase; 5) die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft; 6) die Dauer der Vibrationen der Gassäule. Ein nur wenig bedeutender Fehler in einer dieser Gröſsen hätte auf den hier behandelten Gegenstand einen nachtheiligen Einfluſs ausüben müssen.

Die Zahlen, welche das Verhältniſs der zwei spec. Wärmen angeben, sind bei allen Gasen gröſser als 1,

*) Nach *Young* und *Yvory* (*Lect. on nat. phil. Vol. II.*, *p.* 409; und *Phil. mag. T.* 1, *p.* 253) soll die Correction für die Geschwindigkeit des Schalles in allen Gasen gleich seyn. Aber aus dem Vorhergehenden sieht man, daſs schon bei einigen der hier untersuchten Gase diese Correction doppelt so groſs ist, als bei anderen.

und dieses mufs auch so seyn, weil man die spec. Wärme der Gase bei constantem Volumen als Einheit angenommen hat, und die zu derselben Temperaturerhöhung eines Gases nöthige Wärmemenge gröfser ist, wenn es sich ausdehnen kann, als wenn es immer dasselbe Volumen beibehält. So wäre z. B., wenn die zur Temperaturerhöhung einer Luftmasse von 1° nöthige Wärmemenge = 1 ist, in der Voraussetzung, dafs sie sich nicht ausdehnen kann, diese Wärmemenge, wenn die Luft ihr Volumen ändern kann, gleich 1.421, und die Zunahme des Volumen wird $^1/_{267}$ betragen, wenn man von 0° *C.* ausgeht. Wird die Luft ohne Wärmeverlust plötzlich auf ihr altes Volumen gebracht, so tritt eine Temperaturerhöhung ein, und diese kommt ganz auf Rechnung der Wärmemenge, welche das Volumen geändert hat, und die Luftmasse absorbiren würde, wenn sie sich ohne Temperaturänderung um $^1/_{267}$ ausdehnen würde. Die Zahl 0.421 wird das Mafs des thermometrischen Effectes seyn, den die Wärme, welche eine Compression von $^1/_{267}$ hervorbringt, bei constantem Volumen erzeugen würde. Auf solche Weise könnte man die durch Compression der Gase erzeugten Temperaturerhöhungen mit einander vergleichen.

Für Oxygen-, Hydrogengas und die atmosphärische Luft, d. h. für einfache Gase, gilt fast dasselbe Verhältnifs der spec. Wärme in der zweifachen Beziehung. Die kleinen Differenzen rühren ohne Zweifel von Beobachtungsfehlern her. Demnach erleiden diese Gase dieselbe Temperaturerhöhung, wenn sie eine gleiche Verdichtung erlitten haben. Ist es aber ausgemacht, dafs alle einfachen Gase unter constantem Drucke *) dieselbe

---

*) *Ann. de Chim. et de Phys. T.* 10, *p.* 406.

spec. Wärme haben, so ist es am natürlichsten anzunehmen, daſs die spec. Wärme dieser Gase auch bei constantem Volumen dieselbe ist, und daſs alle diese Gase bei gleicher Verdichtung dieselbe absolute Wärmemenge frei lassen. Bei anderen Gasen ist das Verhältniſs der zwei spec. Wärmen desto kleiner, je gröſser die Capacität derselben ist, und daſs demnach die in denselben durch eine bestimmte Verdichtung erzeugte Temperaturerhöhung desto geringer ausfällt, je gröſser die spec. Wärme ist. Man hat auch gefragt, ob nicht diese Temperatursunterschiede einzig von der Verschiedenheit der Capacitäten verschiedener Gase abhängen? Die Verhältnisse der Capacitäten, welche aus dieser Voraussetzung für die vier zusammengesetzten Gase hervorgehen, enthält die neunte Columne der vorhergehenden Tafel; berechnet man darnach die spec. Wärme unter constantem Drucke, so findet man Resultate, welche von den durch *Laroche* und *Bérard* gefundenen sehr wenig abweichen, wie die Columnen 10 und 11 zeigen *). Demnach gilt

*) Wenn die Verschiedenheit der thermometrischen Effecte, welche in allen Gasen bei derselben Verdichtung eintreten, bloſs von dem Unterschiede ihrer Capacität abhängt, so müssen die ihnen entsprechenden Temperaturveränderungen im verkehrten Verhältnisse mit den spec. Wärmen unter constantem Volumen stehen. So z. B. sind jene Veränderungen für atmosphärische Luft und Kohlensäuregas 0.421 und 0.337, und das Verhältniſs der spec. Wärme bei constantem Volumen findet man nach der Proportion

$$0.421 : 0.337 = x : 1 \quad \text{oder} \quad x = 1.249.$$

Vergleicht man aber die Capacität derselben Gase unter constantem Drucke, so findet man ihr Verhältniſs, wenn man 0.421 zu den zwei vorhergehenden Gliedern addirt.

für einfache und zusammengesetzte Gase das Gesetz: 1) dafs alle Gase, wenn sie bei derselben Temperatur und unter demselben Drucke stehen, und plötzlich um denselben Theil ihres Volumens zusammengedrückt oder ausgedehnt werden, gleich viel Wärme entwickeln oder absorbiren; 2) dafs die daraus hervorgehenden Temperaturveränderungen im verkehrten Verhältnisse zu ihrer spec. Wärme unter constantem Volumen stehen.

Hätten alle zusammengesetzten Gase unter constantem Volumen dieselbe spec. Wärme, wie *La Rive* und *Marcet* meinen, und rührten die von *La Roche* und *Bérard* bemerkten Differenzen blofs von den ungleichen Wärmemengen her, welche die Erkältung eines Gases unter constantem Druck begleiten, so müfste mit den thermometrischen Effecten die umgekehrte Ordnung Statt finden. So z. B. müfste öhlbildendes Gas bei der Compression eine gröfsere Temperaturerhöhung erleiden, als atmosphärische Luft, während diese doch fast zwei Mal kleiner ist. Vielleicht wird man in der Folge dieses Gesetz nicht allgemein bewährt finden, allein die spec. Wärme unter constantem Druck war nur für die von mir untersuchten Gase bestimmt, und ich mufs erst meine Apparate so abändern, dafs ich auch mit andern Gasen Versuche machen kann. Ich mufste bei diesen neuen Versuchen eine Pfeife von 60 Centim. Länge und einen Kasten anwenden, der 100 — 120 Liter Flüssigkeit fafste, weil ich unter die Reihe der zu untersuchenden Gase

---

Wird die spec. Wärme unter constantem Drucke für die Luft = 1 gesetzt, so findet man diese Gröfse für Kohlensäuregas durch die Proportion

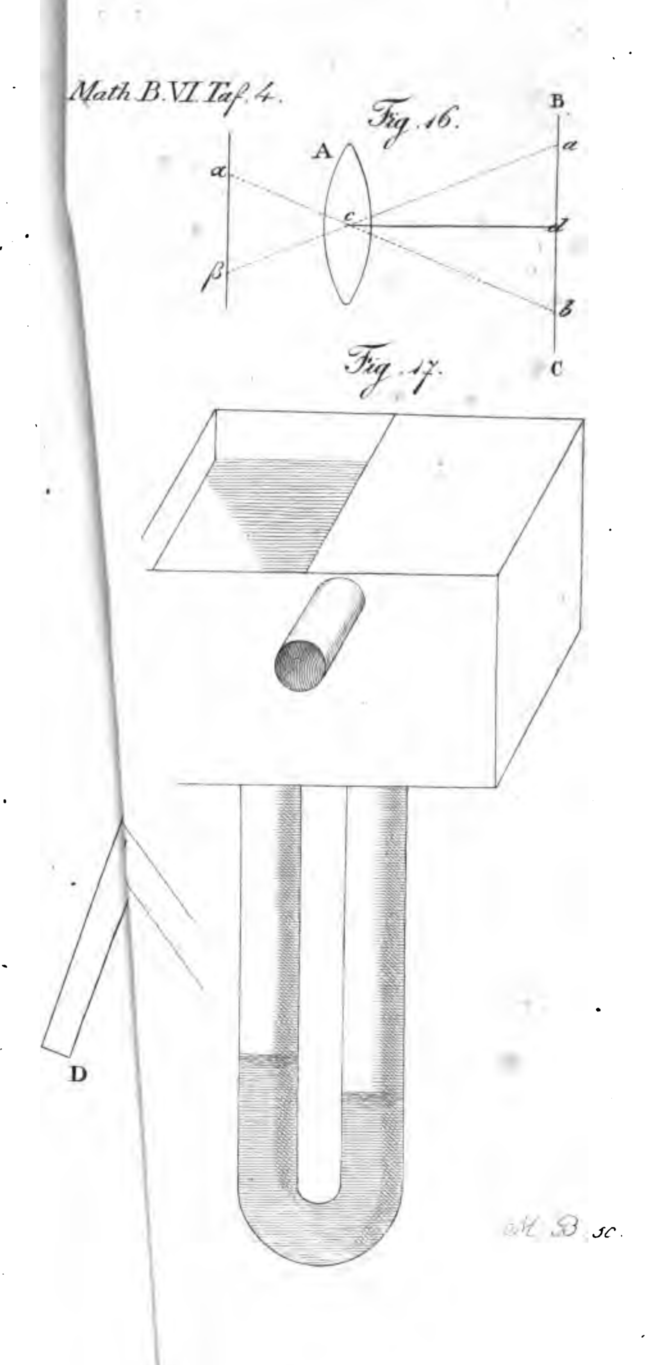
$$1.421 : 1.249 = 1 : x = 1.175.$$

Die übrigen Zahlen hat man auf gleiche Weise erhalten.

das Hydrogengas aufnehmen mufste, welches einen so hohen Ton gibt, dafs er bei einer kürzeren Pfeife nicht wahrnehmbar geworden wäre. Dabei konnte man jedes Gas nur ein Mal brauchen, so, dafs die Versuche nicht blofs mühsam, sondern auch kostspielig ausfallen mufsten. In der Folge kann ich mit kleineren Gasmengen arbeiten, weil es nicht mehr nothwendig ist, das Hydrogengas mit aufzunehmen, und die Töne der meisten übrigen Gase differiren höchstens um eine Quinte. Wenn ich auch noch andere Körper untersucht haben werde, werde ich hoffentlich die spec. Wärme anderer Gase ausmitteln können, die man noch nicht kennt. Ich mufs aber meinen Apparat auch so abändern, dafs ich die Änderungen in dem hier bestimmten Coefficienten durch Temperatur und Druck damit erforschen kann. Ich habe zwar schon mehrere, aber doch nicht hinlänglich viele Versuche zur Ausmittelung des Gesetzes angestellt, welches die spec. Wärme bei bekannten Druckänderungen befolgt. Diesen Gegenstand wird ein zweites Mémoire behandeln, wo ich auch die Gesetze der spec. Wärme zusammengesetzter Körper in Bezug auf ihre Zusammensetzung untersuchen werde. Die vier oben angeführten Beispiele stimmen mit dem in Bezug auf die Capacität zusammengesetzter Körper ausgesprochenen Gesetze (*Ann. de Chim. et de Phys. T.* 10, *p.* 407) überein, doch sind zur wahren Kenntnifs noch Beobachtungen über die Art der Combination bei der Verbindung der einfachen Gase nöthig. Ich will hier nur ein Gesetz erwähnen, das aber auch noch näher bestimmt werden mufs: Wenn die einfachen und zusammengesetzten Gase beim Verdichten unter gleichen Umständen gleich viel Wärme entwickeln, so müssen dieses auch die Dünste thun, wenn die Distanz der Theile vor und nach der Verdichtung

33 *

dieselbe ist, wie bei den Gasen. Von diesem Gesichtspuncte ausgehend, werden sie sich in das allgemeine Gesetz fügen, wie ich mich schon vor zwölf Jahren durch Versuche überzeugt habe, die ich aber zurückhielt, weil ich den Schlüssel dazu noch nicht in der Hand hatte. Ich werde diesen Gegenstand im zweiten Theile dieser meiner Arbeit aus einander setzen.


Math. B. VI. Taf. 4.
Fig. 16.
A
B
a
c
d
α
β
b
C
Fig. 17.
D
M. B. sc.

